

corr. EP 1125 704

특2001-0080918

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
B01J 35/04(11) 공개번호 특2001-0080918  
(43) 공개일자 2001년08월25일

(21) 출원번호	10-2001-7005310	(87) 국제공개번호	WO 2001/15877
(22) 출원일자	2001년04월27일	(87) 국제공개일자	2001년03월08일
번역문제출일자	2001년04월27일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2000/05862		
(86) 국제출원출원일자	2000년08월30일		
(81) 지정국	국내특허 : 캐나다 중국 일본 대한민국 미국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 사이 프러스		
(30) 우선권주장	1999/242679 1999년08월30일 일본(JP)		
(71) 출원인	니폰 가이시 가부시키가이샤 시바타 마사하루		
	일본 아이치켄 나고야시 미즈호쿠 스다초 2-56		
(72) 발명자	이치카와유키히토		
	일본아이치켄나고야시미즈호쿠스다초2-56니뽀가이시가부시키가이샤나미		
	히지카타도시히코		
	일본아이치켄나고야시미즈호쿠스다초2-56니뽀가이시가부시키가이샤나미		
	미야자키마코토		
	일본아이치켄나고야시미즈호쿠스다초2-56니뽀가이시가부시키가이샤나미		
(74) 대리인	김진희, 김승호, 김태홍		

심사청구 : 없음

## (54) 파상벽 별집형 구조체 및 이것의 제조 방법

## 요약

본 발명은 통로 방향이 서로 평행인 복수개의 셀 통로(2)를 갖는 파상벽 별집형 구조체(1)에 관한 것이다. 이 파상벽 별집형 구조체(1)에서, 셀 통로(2)를 이격시키는 격벽(3)끼리의 교차부(4)는 셀 통로(2)에 수직인 단면에서 소정 거리를 유지하면서 규칙적인 위치에 형성되고, 또한 교차부(4)를 뺀 격벽(3)의 벽면부(5)는 셀 통로 방향 및 셀 통로 방향에 수직인 단면 방향의 양방향에 파상 형태로 형성되어 있다. 이 파상벽 별집형 구조체에 의하면, 배기 가스 정화 성능 및 촉매 성능의 향상, 개념에 대한 기계적 강도의 향상, 또는 내열 충격성의 향상이라고 하는 효과를 얻을 수 있다.

## 도면

## 도1a

## 도면

## 기술분야

본 발명은 자동차 배기 가스를 비롯한 각종 내연 기관 배기 가스의 정화 촉매용 담체나 탈취용 촉매 담체, 각종 여과 기기용 필터, 열 교환기 유닛, 또는 연료 전지의 개질 촉매용 담체와 같은 화학 반응 기기용 담체로서 사용되는 파상벽 별집형 구조체에 관한 것이다.

## 배경기술

별집형 구조체는 자동차 배기 가스를 비롯한 각종 내연 기관으로부터 배출되는 배기 가스의 정화 촉매용 담체 및 탈취용 촉매 담체로서 널리 이용되고 있다. 종래에는 이러한 별집형 구조체는, 예를 들면 자동차 배기 가스 정화 촉매용으로서 이용하는 경우에 압력 손실을 감소시키기 위해 셀 통로를 이격시키는 격벽을 평면 형태로 형성하는 경우가 일반적이었다.

그러나, 최근에는 환경 문제를 배경으로 하여 배기 가스 규제가 강화됨에 따라, 자동차 배기 가스 정화용 촉매에서는 압력 손실 성능보다 정화 성능이 더 중요시되게 되었다. 이 때문에 탄화수소(HC), 일산화탄소(CO) 및 질소산화물(NOx)과 같은 유해 물질 배출량을 감소시키는 엔진 개발 및 현재 주류가 되고 있는

삼원 촉매의 개량이 이루어져서, 이를 쌍방의 효과로 인해 유해 물질의 배출량이 감소되고 있는 추세이다.

이렇게 해서, 엔진을 작동하는 동안의 전체 배출량은 감소되고 있지만, 엔진에 시동을 건 직후에 배출되는 유해 물질의 양은 부각되고 있다. 예를 들면, 미국의 규제 주행 사이클인 FTP-75 사이클로는, 엔진에 시동을 건 후 140초 동안의 냉각 과도기(cold-transient) 모드에서 전체 주행 사이클 중에 배출되는 총 배출량의 60~80%가 배출되고 있다..

이를 원인 중 하나로, 특히 엔진에 시동을 건 직후에는 배기 가스 온도가 낮고 촉매가 충분히 활성화되지 않기 때문에 유해 물질이 정화되지 않고 촉매를 통과해 버린다는 것이다. 또한, 엔진에 시동을 건 직후에 연료의 연소 상태가 안정적이지 못하여 삼원 촉매의 정화 성능을 좌우하는 중요한 인자인 배기 가스의 A/F(공연비), 즉 배기 가스 중에 산소량의 비율이 변동하고 있다는 것도 또 다른 이유가 되고 있다.

이러한 이유로, 엔진에 시동을 건 직후의 촉매의 온도를 빠르게 상승시키기 위해 촉매 위치를 가능한 한 엔진에 가깝게 하여 배기 가스의 온도가 높은 장소에 촉매를 놓거나, 촉매의 발집형 담체 자체의 열 용량을 내리기 위해 셀 격벽을 얇게 하거나, 배기 가스의 열을 빠르게 흡수하는 동시에 촉매와 배기 가스의 접촉 면적을 늘리기 위해 담체의 셀 밀도를 증가시키는 연구가 이루어지고 있다.

그런데, 종래의 통상의 발집형 구조체에서는 압력 손실을 감소시키기 위해 셀 통로가 직관(直管)형이 되도록 격벽이 평면 형태로 형성되어 있는 것이 대부분이다. 이로 인하여, 격벽과 배기 가스와의 접촉 면적을 증가시키기 위해 격벽 두께를 더 얇게 하여 셀의 수를 증가시키는 연구가 이루어지고 있지만, 접촉 면적을 증가시키는 데는 한계가 있고, 또한 배기 가스의 유해 성분에 따라 충분한 정화 효과를 관찰할 수 없다는 것과 같은 정화 성능 향상에 한계가 있다.

또한, 정화 성능을 향상시키기 위해 담지하는 촉매량을 증가시키는 경우에는 값 비싼 촉매 성분인 백금류를 다량으로 사용하게 되어 비용 증가를 초래할 뿐만 아니라, 촉매층이 두껍게 되어 실제로 배기 가스와 충분히 접촉할 수 있는 촉매의 비율이 감소하게 되므로 예상한 만큼의 정화 성능 향상을 얻을 수 없었다. 또한, 촉매의 초기 성능은 높지만, 귀금속이 더 많은 밀집하게 되어 시간이 경과함에 따라 촉매간의 응집 현상이 쉽게 발생하게 되어 사용 수명이 짧아지는 문제가 있었다.

그래서, 일본 특허 공개 소58-43238호 공보에는 셀 통로 내의 표면적을 증가시킴으로써 셀 통로 격벽과 그 안에 흐르는 유체 사이의 상호 작용을 증가시켜 정화 성능을 향상시키도록, 입구에서 출구까지 셀 통로를 사행(蛇行)시킨 세리믹 발집형 구조체, 및 압출 성형체를 셀 통로 단면 내에서 회전 진동시킴으로써 셀 통로 방향(셀 통로의 통로 방향을 말함)으로 셀 통로를 사행시킨 발집형 구조체의 제조 방법이 개시되어 있다.

그러나, 이 일본 특허 공개 소58-43238호 공보에 개시된 발집형 구조체에서는 셀 통로끼리를 이격시키는 격벽은 사행된 곡면 형상을 갖지만, 격벽의 표면에는 요철을 만들지 않았다. 따라서, 셀 통로 내의 표면적 증가는 셀 통로를 사행시켜 늘어난 셀 통로 길이로 한정되므로 촉매 성능에 있어서 큰 향상을 기대하기란 어렵다.

또한, 일본 특허 공개 평3-151049호 공보에는 발집형 구조체의 외주부의 격벽은 평면 형태로 하고, 중앙부의 격벽만을 셀 통로 방향으로 요철 형태로 함으로써 배기 가스와 격벽 사이의 상호 작용을 증가시켜 정화 효율을 높이는 동시에, 외주부의 격벽을 더 두껍게 형성함으로써 외압 강도 및 파지 강도를 높인 세리믹 발집형 구조체가 개시되어 있다.

그러나, 이 일본 특허 공개 평3-151049호 공보에 개시된 발집형 구조체에서는 셀 통로 방향으로 셀 통로 자체가 요철 형태로 되어 있지만, 셀 통로에 수직인 단면 방향에서는 격벽이 요철 형태로 형성되어 있지 않다. 따라서, 전술한 일본 특허 공개 소58-43238호 공보에 개시된 발집형 구조체와 마찬가지로, 셀 통로 내의 표면적 증가는 셀 통로 방향으로 요철을 형성함으로써 늘어난 셀 통로 길이로만 한정되므로, 촉매 성능에 있어서 큰 향상을 기대하기 어렵다.

또한, 일본 특허 공개 평5-123580호 공보에는 중앙부의 격벽을 셀 통로 방향과 통로 방향에 수직인 단면 방향의 양방향 모두에서 파상(波狀) 형태로 형성하고, 또한 셀 통로 방향으로 파상 형태의 벽의 요철이 같은 방향이 되도록 일치시킨 발집형 구조체가 개시되어 있다.

이 일본 특허 공개 평5-123580호 공보에 개시된 발집형 구조체에서는 전술한 특허 공개 소58-43238호 공보 및 특허 공개 평3-151049호 공보에 개시된 발집형 구조체와 같은 식의 셀 통로 길이의 실질적인 연장 에 의한 표면적 증가 외에, 셀 통로 방향에 수직인 방향에서도 격벽을 파상 형태로 함으로써 표면적의 증가를 도모하고 있다.

그러나, 이것의 요철이 셀 통로 방향에 일치하므로 셀 통로 방향의 임의 위치에서의 단면의 형상은 일정하다. 이 때문에, 셀 통로 내의 유체 흐름은 정상류(定常流)가 되기 쉬우므로, 결국 셀 통로 내에 흐르는 유체와 격벽 표면 사이의 상호 작용을 적극적으로 증가시키기는 어렵다는 문제가 있다.

또한, 일본 특허 공개 소52-119611호 공보에서도 셀 길이 방향(통로 방향)에 대해 수직인 면에서 열적 응력 또는 기계적 응력에 의한 변형을 조절할 목적으로 격벽을 변형시키고 있지만, 일본 특허 공개 평5-123580호 공보와 동일한 문제로 촉매 성능 향상에는 기여하지 못한다. 또한, 일본 특허 공개 소52-119611호 공보에서 말하고 있는 것과 같이, 격벽 변형(정현파(正弦波)) 형상의 진폭이 격벽 두께보다 작으면 것은 격벽 변형부에서의 응력 집중을 경감시키지만, 본 발명의 요지가 되는 배기 가스와 격벽 사이의 상호 작용을 적극적으로 증가시키기에는 적당하지 않다.

또한, 스테인레스 내열강에 의한 셀 형상이 파상 형태의 금속 발집형 구조체에서는 셀 통로 방향으로, 그리고 셀 통로 방향과 직교하는 방향으로 소정 간격을 두고 다수의 작고 둥근 오목면을 셀 통로 방향으로 형성하는 구조체가 제안되어 있다. 그러나, 이 구조에서는 엄청나게 큰 난류 효과를 기대할 수 없고, 또 촉매를 담지하더라도 홀이 작기 때문에 촉매층이 홀을 매우는 형태가 되어서 홀 형성의 효과를 감소시킨다. 금속의 경우에는 거의 기공이 존재하지 않기 때문에,  $\gamma$  알루미늄 촉매층을 코팅하면 홀과 같은

코너부에 잘 쌓이도록 코팅된다.

그런데, 상기의 배기 가스 정화 미만의 목적, 예를 들면 압력 손실이 사용상에 큰 장애가 되지 않는 가스 개질 등의 화학 반응 촉매용 담체로서 사용되는 벌집형 구조체는 소형화, 경량화뿐 아니라 저촉매량이면 시 전화(轉化) 효율과 같은 우수한 특성을 발현할 것을 요구하고 있다.

본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 본 발명의 목적은 격벽의 표면적을 증가시키면서 셀 통로 내에서의 유체 흐름을 복잡하게 하여, 유체와 격벽 사이의 상호 작용을 증가시키는 벌집형 구조체이며, 또한 엔진 등의 배기 가스 정화를 촉매로서 엔진 근처에 탑재 가능한, 기계적 강도와 내열 충격성이 우수한 벌집형 구조체 및 이것의 제조 방법을 제공하는 데에 있다.

#### 발명의 상세한 설명

본 발명에 따르면, 통로 방향이 상호 평행인 복수의 셀 통로를 갖는 벌집형 구조체로서, 상기 셀 통로를 이격시키는 격벽끼리의 교차부는 상기 셀 통로에 수직인 단면에서 소정 거리를 유지하면서 규칙적인 위치에 형성되고, 또한 상기 교차부를 뺀 상기 격벽의 벽면부는 셀 통로 방향 및 상기 셀 통로 방향에 수직인 단면 방향의 양방향에서 파상 형태로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체가 제공된다.

본 발명의 파상벽 벌집형 구조체에서는 각각의 셀 통로에서 대항하는 한쌍의 격벽의 벽면부가, 한쪽 벽면부에서의 요철과 다른 쪽 벽면부의 요철이 볼록면은 볼록면끼리 및 오목면은 오목면끼리 서로 마주보도록 하거나, 또는 볼록면과 오목면이 서로 마주보도록 각각을 파상 형태로 형성할 수 있다. 또한, 파상 형태로 형성된 벽면부와, 평면 형태로 형성된 벽면부를 혼재시킨 구조로 하여도 상관없다.

본 발명의 파상벽 벌집형 구조체에서는 셀 통로의 각각에 대해, 각 셀 통로를 형성하는 복수의 격벽을 중 적어도 하나를 파상 형태로 형성하는 것, 즉 파상 형태로 형성된 격벽에 접하지 않는 셀 통로가 존재하지 않는 상태로 하는 것이 바람직하다. 또한, 파상 형태로 형성된 격벽에서의 파상의 변형 정도를 중심부보다 외주부에서 더 크게 하는 것도 바람직하고, 이렇게 함으로써 외주부에서 실질적으로 배기 가스가 셀 통로를 통과할 수 없도록 하는 것이 가능하다. 이렇게 하여, 일본 특허 공개 소49-63821호 공보, 일본 특허 공개 소56-129042호 공보에 개시된바와 같이, 외주부로부터의 방열 방지, 외주부의 기계적인 강화, 및 필요 이상의 커금속 성분을 외주부에 담지하는 것을 방지하는 효과를 얻을 수 있다.

또한, 격벽의 파상 변형의 진폭과 거리는 클수록 바람직하고, 파상 형태 형성된 격벽의 파상의 변형 정도는 그 진폭량이 격벽 두께의 150% 이상인 것이 바람직하다. 그러나, 과도한 변형은 압력 손실의 증가를 초래하기 때문에, 변형 진폭량은 엔진 성능과 대조하면서, 정화 성능 향상 정도와 압력 손실 증가의 균형에 따라 셀 구조마다 최적화된다. 셀 수가 비교적 적은 쪽이 파상 변형을 더 크게 하기 쉽고, 또한 벌집형 구조체의 개구율을 크게 할 수 있기 때문에 압력 손실 측면에서 바람직하다. 또한, 디젤 엔진 배기 가스와 같이 탄소가 발생하는 경우에 셀 막힘의 관점에서 보면 셀 수가 비교적 적은 쪽이 바람직하다. 압력 손실을 감소시키는 방법으로서, 전체 격벽을 파상 형태로 하지 않고, 일부의 격벽만을 파상 형태로 하는 방법도 있다. 이러한 방법은 셀 막힘을 방지하는 관점에서 보면 바람직하다.

본 발명의 파상벽 벌집형 구조체에 있어서, 전술한 바와 같이 셀 통로가 파상벽과 평면벽이 혼재되어 구성되거나, 파상벽끼리의 요철면의 방향이 변하여 구성되거나, 또는 파상벽의 파상 형태의 크기, 즉 진폭과 거리가 다양한 여러 가지 종류를 생각할 수 있는데, 후술한 바와 같이 파상벽의 파상 형태의 기록 패턴이 변하는 구조체도 있다. 예를 들면, 파상 형태를 요철 반복으로 보는 경우 파상 형태의 오목면 또는 볼록면의 연속된 선이 형성되어 있지만, 셀 통로 방향으로 형성된 파상 형태의 벽면부에 볼록면의 정점부 및/또는 오목면의 최저부를 연결하는 선이, 그 파상 형태를 형성하는 벽면상에 있고 셀 통로 방향과는 수직 방향으로 굴곡 형태를 반복하는 것도 바람직하다. 파상 형태의 요철부를 산에 비유하면, 산의 능선 또는 골짜기를 연결하는 선이 사행하고 있는 것과 같은 파상 형태의 벽면부를 셀 통로 방향으로 갖는 파상벽 벌집형 구조체이다. 이 경우, 굴곡의 반복은 셀 통로 1개마다 또는 복수개마다일 수도 있지만, 이와 같은 형상이 주는 쿠션성 향상이라는 점에서 셀 통로 1개마다 굴곡을 반복하는 것이 바람직하다. 즉, 산의 능선은 미세하게 사행하는 것이 더 바람직하다.

또한, 파상 형태로 형성된 격벽의 벽면부에 의해서 형성되는 셀 통로와, 평면 형태로 형성된 격벽의 벽면부에 의해서 형성되는 셀 통로가 불연속으로 나타나 혼재할 수도 있다. 셀 통로가 확실적인 형상이 아니라, 격벽의 형상이 다른 셀 통로가 혼재된 상태로 함으로써 벌집형 구조체에서의 유체의 흐름이 교란되어 유체와 격벽 사이의 접촉 효율이 더 향상된다.

또한, 본 발명의 파상벽 벌집형 구조체는, 그 단면에 중심으로부터 대략 원형으로 형성되는 셀 통로 영역 A와, 셀 통로 영역 A의 외측에서 대략 고리 형상으로 형성되는 셀 통로 영역 B를 포함하는 것으로서, 셀 통로 영역 A는 파상 형태로 형성된 격벽의 벽면부에 의해서 형성되는 셀 통로를 포함한 영역이고, 셀 통로 영역 B는 평면 형태로 형성된 격벽의 벽면부에 의해서 형성되는 셀 통로인 것이 바람직하다. 그리고, 셀 통로 영역 B 내의 셀 통로의 격벽 두께를 셀 통로 영역 A 내의 셀 통로의 격벽 두께보다 더 두껍게 하거나, 또한 셀 통로 영역 B 내에서 내주부로부터 외주부에 걸쳐 단계적으로 격벽을 두껍게 하거나, 또는 영역 B와 영역 A의 경계 부근에서만 단계적으로 두껍게 되도록 하는 것도 바람직하다. 이렇게 함으로써 벌집형 구조체로서의 강도는 현저히 향상된다.

파상벽 벌집형 구조체의 재료로는, 코디에라이트, 알루미나, 몰라이트, 리튬 알루미늄 실리케이트, 티탄 산알루미늄, 티타니아, 지르코니아, 질소화규소, 질소화알루미늄 또는 탄화규소와 같은 각종 세라믹 재료, 또는 스테인레스강과 같은 여러 가지 내열성 금속 재료, 및 활성탄, 실리카겔, 제올라이트와 같은 각종 흡착 재료가 적합하게 사용된다. 세라믹 재료의 1종 또는 이들의 복합물을 사용할 수 있다.

이들 재료 이외에도, 알출 성형할 수 있는 재료라면 성형 노즐의 구조에 의해 파상벽 벌집형 구조체를 얻을 수 있기 때문에, 전술한 재료에 이종(異種)의 재료 입자나 섬유를 분산 복합화시킨 재료, 수지 등의 고분자 재료, 또는 알출 성형후에 격벽 표면에 피복한 것으로도 같은 효과를 기대할 수 있다. 또한, 금속박을 주를 형성으로 감아서 파상벽 벌집형 구조체를 형성하는 경우, 금속박에 파상 형상을 소성 가공법

에 의해 미리 형성해 둬으로써 파상벽 벌집형 구조체를 얻을 수 있다.

이들 재료에 있어서, 열 용량 증가를 억제한다는 관점에서 사용하는 재료의 다공성은 45% 내지 80%로 하는 것이 바람직하다. 또한, 이러한 경우에는 파상벽 벌집형 구조체를 미립자 제거용 필터로서 적합하게 이용할 수 있다. 벌집형 구조체의 소정 셀 통로의 한쪽 단부를 밀봉하는 동시에, 셀 통로의 다른 쪽 단부를 밀봉함으로써 셀 통로를 구획하는 격벽을 여과층으로 한다. 미립자 제거용 필터로서 사용하는 경우에는 파상벽 벌집형 구조체의 격벽 두께는 약 0.20 mm 내지 1.20 mm이고, 셀 밀도는 약 50 cpsi 내지 600 cpsi(셀/평방인치)인 것이 바람직하다. 또한, 파상벽 벌집형 구조체의 파상벽 표면에 요철을 제공함으로써 미립자 제거 능력을 더 향상시킬 수 있다.

파상벽의 표면 거칠기의 지표인 골짜기 레벨(valley level)이 10% 이상이면 동일한 파상벽 구조일지라도 격벽 표면에서 미립자 상태의 물질을 포착하는 성능이 향상되지만, 10% 미만의 범위에서는 골짜기 레벨을 변화시키더라도 포착 성능에 두드러진 변화를 보이지 않는다. 포착 성능의 향상은 격벽 표면에 있는 미세 공극부의 면적 비율이 증가하기 때문이다. 즉, 격벽 표면에 미세 공극에 의한 작은 오목부를 다수 형성함으로써 미립자형 물질을 미세 공극에 포착하는 것을 용이하게 한다. 포착된 미립자 상태의 물질은 점차 축적되나, 미세 공극에 의한 고정 효과에 의해 격벽 표면에서 쉽게 이탈하는 일은 없다. 이로 인하여 미립자 상태의 물질을 포착하는 성능이 향상되는 동시에, 격벽 표면에 담지된 촉매 성분에 의해 미립자 상태의 물질을 충분히 처리하는 이점이 있다. 통상의 벌집형 구조라도 골짜기 레벨 증가에 의한 어느 정도의 효과는 있지만, 20% 이상이 아닌 경우에는 눈에 띄는 효과는 없었다. 파상벽 구조를 사용하면, 10% 이상에서도 효과가 증가한다. 또한, 20% 이상으로 하는 경우, 포착 성능이 한층 더 향상되기 때문에, 상기 파상벽 벌집형 구조체를 미립자 제거 필터에 적용함으로써 미립자 상태의 물질을 포착하는 효율을 증가시킬 수 있다. 격벽 두께 0.30 mm, 셀 밀도 200 cpsi인 코디에라이트 벌집형 구조체에 의한 미립자 제거 필터의 경우에 다공성을 증가시킴으로써 골짜기 레벨을 15%에서 30%로 증가시킨 결과, 통상의 평면벽 벌집형 구조체에서는 5% 미만의 포집 효율이 향상되었지만, 파상벽 벌집형 구조체에 있어서는 약 10%가 향상되었다.

도 25는 벌집형 구조체의 격벽 표면의 거칠기 정도를 나타내는 골짜기 레벨을 도시하는 개략도이다. 여기서, 골짜기 레벨이란, 표면 거칠기 측정기에 의해 2차원적으로 측정된 격벽 표면의 거칠기 데이터를 해석하여, 표면의 볼록면과 오목면의 체적이 같아지는 면을 평균면(43)으로 하고, 이 평균면(43)으로 격벽 표면을 절단하는 경우에 평균면(43)상에 미세 공극(47) 부분의 표면적의 총합이 격벽 전체 면적에서 차지하는 비율을 말한다.

본 발명의 파상벽 벌집형 구조체는 촉매 담체로서도 사용이 적합하고, 촉매를 벌집형 구조체의 셀 격벽 표면이나 격벽 내부의 미세 공극내의 표면에 담지하여, 예를 들면 자동차의 배기 가스 정화용 촉매 담체로서도 사용된다. 이 경우에는 격벽 두께는 약 0.010 mm 내지 0.120 mm이며, 셀 밀도는 약 200 cpsi 내지 3000 cpsi(셀/평방인치)인 것이 바람직하다.

자동차의 배기 가스 정화용 촉매 담체를 제조하는 방법은 벌집형 구조체의 격벽에 촉매 성분을 담지하여 촉매체를 얻는 방법, 벌집형 구조체 자체를 촉매 성분으로 제조하는 방법, 또는 이들 양자를 복합하는 방법 중 어느 것이라도 좋다.

일반적으로는 자동차용 배기 가스 정화 촉매로서, 코디에라이트질 벌집형 구조체의 격벽 표면에 높은 표면적을 갖는 γ-알루미나를 코팅하여, 이 알루미나 층에 귀금속 성분을 담지하는 하이브리드형 촉매 및 고정 발생원으로부터의 배기 가스 정화 촉매로서 이산화탄소로 벌집형 구조체를 구성하는 고체형 촉매가 실용화되고 있다.

촉매 성분은 귀금속(예, 백금, 팔라듐 및 로듐), 바나듐 산화물, 산화세륨, 산화이트륨, 지르코니아, 티타니아, 알칼리 금속류, 페로브스카이트계 복합물, 몰리브덴 성분 등의 조합물로 구성되고, 탄화수소, 일산화탄소, 질소산화물류를 산화 및 환원하는 삼원 촉매, 탄화수소, 일산화탄소, NO, SOF 및 탄소 성분을 산화하는 산화 촉매, NOx를 환원하는 NOx 환원 촉매, 및 황화물, 휘발성 유기물 가스 VOC(Gaseous Organic Compounds) 성분 및 다이옥신류를 분해 및 제거하는 촉매로 이루어진 군 중에서 선택되는 1종 이상, 또는 이들의 복합물이다. 촉매 성분과는 무관하게, 배기 가스와 촉매 사이의 접촉 반응을 촉진시키는 동시에 촉매를 초기에 활성화시키는 것이 필요하다는 것에는 변함이 없으므로 촉매용 담체로서 파상벽 벌집형 구조체를 이용하는 것이 유리하다.

이러한 촉매를 담지한 파상벽 벌집형 구조체만을 사용하여 배기 가스 정화용 촉매 컨버터가 제공된다. 또한, 이 배기 가스 정화용 촉매 컨버터와, 촉매를 통상의 평면벽 벌집형 구조체에 담지한 촉매 컨버터를 교대로 복수로 직렬 배치한 배기 가스 정화용 촉매 컨버터 시스템도 제공된다. 물론, 각각 촉매를 담지한 파상벽 벌집형 구조체 및 평면벽 벌집형 구조체를, 컨버터로서 분할하지 않고 1기의 컨버터 중에 나란히 배열할 수 있다.

기타 컨버터 시스템으로서의 배기물의 상류측에 파상벽 벌집형 구조체를 사용한 촉매 컨버터를 배치하고, 배기물의 하류측에는 상기 파상벽 벌집형 구조체를 사용한 미립자 제거용 필터를 배치한 배기 가스 정화용 촉매 컨버터 시스템도 제공된다. 후단의 미립자 제거용 필터에는 통상의 평면벽 벌집형 구조체를 사용할 수 있다.

또한, 본 발명의 파상벽 벌집형 구조체는 배기 가스 중의 미립자형 물질을 포착하는 배기 가스 정화 시스템에도 응용할 수 있다. 파상벽 벌집형 구조체를 일반적으로 플러스 대전시켜, 일반적으로 마이너스 대전의 입자상 물질을 전기적으로 포집한다. 포착 대상의 하전에 따라 파상벽 벌집형 구조체를 마이너스로 대전시킬 수도 있다.

동일한 방식으로 파상벽 벌집형 구조체를 이용한 배기 가스 정화 시스템은 비열 평형 플라즈마(비열 플라즈마; non-thermal plasma) 또는 마이크로파 방전 플라즈마를 사용하여 입자 상태의 물질을 포집할 수도 있다. 이와 같은 배기 가스 정화 시스템에 적용되는 파상벽 벌집형 구조체는 쉽게 교환 가능한 카트리지가 타입인 것이 바람직하다.

그 밖에, 본 발명의 파상벽 벌집형 구조체의 적용예로는, 연료 전지 시스템을 개질 장치 또는 연료 전지 본체에 촉매 담체로서 사용하거나, 연료 휘발 성분의 외부 누출을 억제하는 연료 탱크용 증발화(evaporation) 시스템에 내장하여 사용하거나, 더 나아가서는 샌드위치 패널로서 사용할 수 있는 것이 있다.

본 발명은 이러한 파상벽 벌집형 구조체의 제조 방법의 하나로써, 인접하는 관통 구멍의 원료 유동 저항을 다르게 한 백 플레이트를, 압출 성형용 구금 부재로서 사용하는 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체의 제조 방법을 제공한다. 이 백 플레이트는 외주부에서 중심부를 향하여 두께가 변화하는 것이 바람직하고, 구멍 직경이 다른 2종류의 관통 구멍 A와 관통 구멍 B를 갖는 백 플레이트인 것이 바람직하다.

또한, 본 발명은 금속박에 파상 형상을 소성 가공법에 의해 미리 형성시켜 두고, 그 금속박을 주름 형상으로 감아서 금속 벌집형 구조체를 형성하는 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체의 제조 방법도 제공한다.

#### 도면의 간단한 설명

- 도 1의 (a) 및 (b)는 본 발명에 따른 파상벽 벌집형 구조체의 한 실시예를 도시한 단면도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 파상벽 벌집형 구조체의 다른 실시예를 도시한 단면도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 파상벽 벌집형 구조체의 또 다른 실시예를 도시한 단면도이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 파상벽 벌집형 구조체의 또 다른 실시예를 도시한 단면도이다.
- 도 5는 파상벽 벌집형 구조체를 배기 가스 정화용 촉매 담체로서 사용하는 경우의 배치 형태의 일례를 도시한 개략도이다.
- 도 6의 (a) 내지 (c)는 본 발명의 파상벽 벌집형 구조체의 압출 성형에 적합하게 이용되는 노즐의 개략적인 구성과 구조를 도시한 단면도이다.
- 도 7은 배기 가스 정화 성능 테스트의 결과를 도시한 그래프이다.
- 도 8은 미소소터틱 파괴 강도 테스트의 결과를 도시한 그래프이다.
- 도 9는 압축 강도 테스트에 사용하는 시료의 추출 방법과 시료 형상을 도시한 개략도이다.
- 도 10은 압축 강도 테스트의 결과를 도시한 그래프이다.
- 도 11은 내열 충격성 테스트의 결과를 도시한 그래프이다.
- 도 12는 흡수성 테스트의 결과를 도시한 그래프이다.
- 도 13의 (a) 및 (b)는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체의 또 다른 실시예를 도시한 단면도이다.
- 도 14는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체의 또 다른 실시예를 도시한 단면도이다.
- 도 15의 (a) 내지 (e)는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체의 또 다른 실시예를 도시한 단면도이다.
- 도 16은 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체의 또 다른 실시예를 도시한 단면도이다.
- 도 17의 (a) 및 (b)는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 미립자 제거용 필터로서 적용하는 경우의 실시예를 도시한 단면도이다.
- 도 18의 (a) 및 (b)는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 배기 가스 정화용 촉매 컨버터로서 이용하는 경우의 배치 형태의 일례를 도시한 개략도이다.
- 도 19의 (a) 및 (b)는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 배기 가스 정화용 촉매 컨버터로서 이용하는 경우의 배치 형태의 다른 일례를 도시한 개략도이다.
- 도 20의 (a) 및 (b)는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 배기 가스 정화용 촉매 컨버터로서 이용하는 경우의 배치 형태의 또 다른 일례를 도시한 개략도이다.
- 도 21은 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 방전에 의한 전기적인 쿨롱력의 작용을 사용한 배기 가스 정화용 촉매 컨버터로서 이용하는 경우의 배치 형태의 일례를 도시한 개략도이다.
- 도 22는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 플라스마의 작용을 사용한 배기 가스 정화용 촉매 컨버터로서 이용하는 경우의 배치 형태의 일례를 도시한 개략도이다.
- 도 23은 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 연료 전지 시스템용 성분으로서 사용하는 경우의 배치 형태의 일례를 도시한 개략도이다.
- 도 24는 벌집형 구조체에서 셀 밀도와 셀 수력 직경 및 GSA와의 상관 관계의 일례를 도시한 개략도이다.
- 도 25는 벌집형 구조체에서 격벽 표면의 거칠기에 대한 골짜기 레벨을 도시한 개략도이다.
- 도 26은 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 연료 탱크용 증발화 시스템에 이용하는 경우의 배치 형태의 일례를 도시한 개략도이다.
- 도 27은 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 샌드위치 패널에 이용하는 경우의 배치 형태의 일례를 도시한 개략도이다.

#### 발명의 실시를 위한 최적 형태

본 발명의 실시예에 관하여 도면을 참조로 설명하겠지만, 본 발명은 하기 실시예에만 한정되는 것이 아니

라는 것은 당연한 것이다.

도 1의 (a) 및 (b)는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체의 한 실시예를 나타내고 있고, 셀 통로 방향(셀 통로의 통로 방향을 말함)에 수직인 단면(이하, 「셀 통로 단면」이라 함)의 셀 형상이 사각형(정방형)인 통상의 벌집형 구조체의 격벽을 파상 형태로 형성한 것이다. 이제부터, 통상의 벌집형 구조체를 「통상의 벌집형 구조체」 또는 「평면벽 벌집형 구조체」라 한다. 파상벽 벌집형 구조체란, 파상벽이 존재하는 벌집형 구조체를 의미하고 모든 격벽이 파상벽으로 형성되는 것을 포함한다.

도 1(a)는 파상벽 벌집형 구조체(1)의 셀 통로 단면을 나타내고 있고, 셀 통로(2)의 통로 방향을 Z축 방향으로 하고, 이것에 수직인 면에 직교 좌표축인 X축과 Y축을 설정하고 있다. 또한, 도 1(a) 중에는 격벽을 파상 형태로 하지 않는 경우, 즉 통상의 벌집형 구조체에서의 격벽의 위치가 점선으로 나타내어져 있다. 또한, 도 1(b)는 도 1(a)의 선 AA'를 지나서 셀 통로(2)에 평행한 단면(Y-Z 평면)을 나타내고 있고, 그 반대로 도 1(a)는 도 1(b) 중의 선 BB'를 지나서 X-Y 평면도이다.

파상벽 벌집형 구조체(1)에서, 복수의 셀 통로(2)는 이들의 통로 방향이 서로 평행하게 되도록 형성되어 있다. 그리고, 셀 통로(2)를 이격시키는 격벽(3)끼리의 교차부(4)는 셀 통로 단면상에서 소정 거리(0)를 유지하면서 규칙적인 위치에 형성되어 있다.

여기서, 교차부(4)의 소정 거리(0)란 셀 통로 단면이 정방형인 통상의 벌집형 구조체에서의 교차부와 마찬가지로, 교차부(4)만의 배치에 착안해 보면 분명해듯이, 교차부(4)가 사각 셀의 각 정점, 즉 격자의 교점에 위치하도록 일정한 간격(0)을 유지하면서 위치하고 있는 것을 말한다. 또한, 교차부(4)가 규칙적인 위치에 형성되어 있다는 것은, 파상벽 벌집형 구조체(1)의 경우에는 사각 셀의 정점, 즉 격자의 교점이란 규칙적인 위치에 형성되어 있는 것을 말한다. 따라서, 삼각 셀 벌집형 구조체나 육각 셀 벌집형 구조체에서는 삼각 셀이나 육각 셀의 정점의 위치가 교차부를 형성하는 규칙적인 위치가 된다.

그리고, 교차부(4)를 제외한 격벽(3)의 벽면부(5)는 셀 통로(2)의 통로 방향 및 셀 통로 단면 방향의 양 방향 모두에 파상 형태를 갖는다. 전술한 바와 같이, 도 1(a)는 도 1(b)의 선 BB'에서의 X-Y 평면도이므로 도 1(a)에서 Y축의 정방향으로 볼록하게 되어 있는 벽면부는, Z축 방향으로 파상형이 1/2 파장 틀어진 도 1(b) 중의 선 CC'에서의 X-Y 평면에서는 Y축의 정방향으로 오목하게 된다. 마찬가지로, Y축의 정방향으로 오목하게 되어 있는 벽면부는 반대로 Y축의 정방향으로 볼록하게 되고, X축 방향에 대해서도 마찬가지이다.

파상벽 벌집형 구조체(1)와 같이, 셀 통로 방향과 셀 통로 단면 방향의 양방향으로 격벽(3)의 벽면부(5)를 파상 형태로 변형시켜 형성하면, 격벽(3)의 표면적을 크게 하여, 배기 가스와 격벽(3) 사이의 상호 작용을 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라, 셀 통로(2)의 단면적은 거의 일정하지만 단면 형상을 변화시킴으로써 셀 통로(2) 내의 배기 가스 흐름에 변화를 주어, 배기 가스와 격벽(3) 사이의 상호 작용을 더욱 증가시킬 수 있다. 이렇게 해서, 촉매 특성이 향상된다.

도 2는 본 발명에 관계되는 파상벽 벌집형 구조체의 다른 실시예를 나타내고 있고, 도 1(a)와 같은 식의 셀 통로 단면의 형태를 나타내고 있다. 도 1(a)의 셀 통로(2)에서는 셀 통로(2)를 형성하는 대향하는 2조의 벽면부(5) 중 한쌍의 벽면부에서는 볼록면끼리가 서로 마주보고, 또 다른 한쌍의 벽면부에서는 오목면끼리가 서로 마주보고 있지만, 도 2에 나타난 파상벽 벌집형 구조체(11)에서는 셀 통로(12)를 형성하는 대향하는 2조의 벽면부(15)에 있어서, 2조 모두가 볼록면은 볼록면끼리 또는 오목면은 오목면끼리 마주보는 구조로 되어 있다.

벽면부(15)를 이러한 형상으로 하면, 셀 통로(12)의 단면적은 통로 방향에서 연속적으로 변화하게 되고, 배기 가스 흐름에 변화를 주어 배기 가스와 격벽 사이의 상호 작용이 더욱 증가하여 정화 성능이 향상되는 효과를 얻을 수 있다.

벽면부의 요철의 형성 상태는 상기 파상벽 벌집형 구조체(1 또는 11)의 형태로 한정하는 것은 아니다. 즉, 각각의 셀 통로에 대해서 대향하는 한쌍의 격벽의 벽면부는 한쪽 벽면부의 요철과 다른 쪽 벽면부의 요철이 볼록면은 볼록면끼리 및 오목면은 오목면끼리 서로 마주보도록 각각을 파상 형태로 형성할 수도 있고, 또한 볼록면과 오목면이 서로 마주보도록 파상 형태를 형성할 수도 있다.

예를 들면, 도 1(a) 또는 도 2에 도시된 바와 같이, 파상벽 벌집형 구조체(1 및 11)의 세로 방향과 가로 방향의 격벽의 벽면부(5 및 15)의 요철은 하나의 셀 통로(2)에 대해서 보면, 볼록면끼리 및 오목면끼리가 마주보도록 형성되어 있지만, 그 형태(주기)가 다를 뿐이다. 따라서, 세로 방향의 격벽에 대해서는 볼록면끼리 및 오목면끼리 서로 마주보는 상태로 한 채로, 가로 방향의 격벽에 대해서는 오목부와 볼록부가 마주보는 상태로 하는 것도 가능하다.

다, 세로 방향과 가로 방향의 양쪽의 격벽에 대해서 오목부와 볼록부가 마주보는 구조로 하면, 먼저 특허 공개 평5-123580호 공보를 인용하여 설명한 바와 같이, 셀 통로 내에서의 가스 흐름의 변화가 없어지기 쉬워서 양호한 정화 성능을 얻기 어렵게 되는 문제가 있다.

또한, 파상벽 벌집형 구조체(1 및 11)에서는 압력 손실이 증가하는 것을 피할 수 없다. 이러한 문제를 피하기 위해서, 파상벽 벌집형 구조체(1 및 11)를 배기 가스 정화용 촉매 담체로서 사용하는 경우에 도 5에 도시한 바와 같이 배기 가스의 온도가 높아 압력 손실의 영향이 큰 엔진(92) 근처에서는 벌집형 구조체에 촉매를 담지시켜 이루어지는 촉매체를 배기 가스의 유동 방향으로 이분하여, 전방(엔진(92)측)에 파상벽 벌집형 구조체를 이용한 촉매체(95)를 배치하고, 후방(배기구(99)측)에 통상의 벌집형 구조체를 이용한 촉매체(96)를 배치하며, 또한 파상벽 벌집형 구조체를 이용한 촉매체(95)의 길이를, 후방에 있는 통상의 벌집형 구조체를 이용한 촉매체(96)보다 더 짧게 하면 좋다. 이렇게 해서 압력 손실의 영향을 억제하면서 파상벽 구조에 의한 높은 정화 성능을 달성하는 것이 가능해진다. 또한, 전방에 통상의 벌집형 구조체를 배치하고, 후방에 낮은 셀 밀도의 파상벽 벌집형 구조체를 배치하는 구성이라도 좋다.

또한, 중심부와 비교하여 파상 형태로 형성된 격벽의 파상 변형 정도를 더 크게 하여, 외주부에서는 실질적으로 셀 통로를 배기 가스가 통과할 수 없는 상태, 즉 실질적으로 셀 통로가 폐쇄된 상태로 하는 것도 바람직하다. 따라서, 일본 특허 공개 소49-63821호 공보 및 일본 특허 공개 소56-129042호 공보에 개시

된 바와 같이, 벌집형 구조체의 외주부에서부터의 방열의 방지, 외주부의 기계적인 강화, 및 필요 이상의 커급속 성능을 외주부에 담지하는 것을 방지하는 효과를 얻을 수 있다.

격벽의 파상 형태의 변형량은 그 진폭이 격벽 두께의 150% 이상인 것이 바람직하다. 파상벽의 진폭이 150% 미만인 경우, 방출물의 배출량을 감소시키는 효과를 충분히 얻을 수 없다. 이것은 파상벽 격벽의 진폭을 증가시킴으로써 셀 통로 내에서의 배기 가스 흐름의 교란 효과가 높아지기 때문이라고 생각되지만, 파상벽의 파상 형태의 주름을 크게 하면, 즉 진폭을 증가시키면, 압력 손실의 증가를 초래하기 때문에, 압력 손실의 허용 한계치를 확인하면서 적절히 진폭을 설정할 필요가 있다.

도 3은 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체의 또 다른 실시예를 도시한 단면도로서, 도 1(a)와 마찬가지로 셀 통로 단면을 나타내고 있다. 도 3에 도시한 파상벽 벌집형 구조체(31)는 파상 형태로 요철이 형성된 벽면부(35A)와, 평면 형태의 평평한 표면을 갖는 벽면부(35B)가 존재된 형태를 갖고 있다. 셀 통로(32)는 인접하는 2변을 형성하는 격벽이 평면 형태이며, 다른 인접하는 2변을 형성하는 격벽이 파상 형태로 형성되어 있다. 이러한 파상벽 벌집형 구조체(31)는 셀 단면의 형상이 정방형인 통상의 벌집형 구조체에 있어서의 평면 형태의 격벽을, 하나의 격벽을 건너뛰어 파상 형태로 형성된 것이라고도 말할 수 있다.

파상벽 벌집형 구조체(31)와 같이, 파상 형태의 벽면부(35A)와 평면 형태의 벽면부(35B)를 혼재시킨 형태로 배열하는 경우에는 그 촉매의 성능 및 기계적 강도와 같은 특성은 호출되는 바와 같이, 모든 격벽을 파상 형태로 배열한 경우와 모든 격벽이 평면 형태인 종래 경우의 중간적인 특성을 나타낸다. 모든 격벽을 파상 형태로 한 경우에는 압력 손실이 커지므로, 파상벽 벌집형 구조체(31)는 압력 손실의 증가를 억제하면서 촉매 성능의 향상을 도모하는 경우에 적합하게 이용할 수 있다.

도 3과 마찬가지로, 도 4는 파상 형태의 격벽(45A)과 평면 형태의 격벽(45B)을 혼재시킨 파상벽 벌집형 구조체(41)의 셀 통로 단면을 도시한 단면도이다. 파상벽 벌집형 구조체(31 및 41)의 양자를 비교하면, 파상 형태로 형성된 격벽(35A 및 45A)에서의 요철 방향이 다르다는 것을 알 수 있다. 즉, 파상벽 벌집형 구조체(31)에서는 셀 통로 단면의 단면적이 통로 방향에서 거의 일정하지만, 파상벽 벌집형 구조체(41)에서는 연속적으로 변화되어 단면적이 넓은 부분과 좁은 부분이 형성된다. 따라서, 파상벽 벌집형 구조체(41)에서는 파상벽 벌집형 구조체(31)와 비교하여, 배기 가스 흐름에 변화를 주게 되어, 배기 가스와 격벽 사이의 상호 작용이 더 증가하여, 정화 성능을 향상시키는 효과를 얻을 수 있다.

본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체에서는 파상 형태로 형성된 격벽에 의해서 형성되는 셀 통로를, 불연속적으로 나타내도록 하는 것도 바람직하다. 파상벽으로 구성되어 있는 셀의 영역이 벌집형 구조체 전체에 균일적으로 형성되어 있지 않고, 파상벽으로 구성되어 있는 셀 영역과, 외벽을 비롯한 모든 격벽이 통상의 격벽인 평면 격벽 셀 영역을 존재한 상태로 하면, 벌집형 구조체에 유입/유출할 때의 유체 흐름이 교란되어, 셀 통로의 입구/출구에서의 유체와 셀 격벽 사이의 접촉 효과를 더 높일 수 있다.

도 15의 (a) 내지 (e)는 그 파상벽 벌집형 구조체의 실시예를 도시한 단면도로서, 셀 통로에 대해 수직 단면을 나타내고 있다. 벌집형 구조체 단면은 원형 이외에, 타원 형상, 장원 형상, 이형 단면 형상 등이 있고, 벌집형 구조체 전체의 유체 유입 속도 분포를 조절하여 유속 분포의 균일화를 도모할 수도 있다. 그 단면은 파상벽 셀 통로(21)와 평면벽 셀 통로(22)가 여러 가지 패턴으로 배치되어 있다.

도 15의 (a) 내지 (c)는 단면에서 중심원을 그리듯이 평면벽 셀 통로(22)로 구성되는 영역과 파상벽 셀 통로(21)로 구성되는 영역이 교대로 나타나는 파상벽 벌집형 구조체의 예이고, 도 15(d)는 단면에서 파상벽 셀 통로(21) 중에 평면벽 셀 통로(22)로 구성되는 영역이 '田'자를 그리도록 일정한 폭의 선형으로 배치된 파상벽 벌집형 구조체의 예이며, 도 15(e)는 단면이 타원형이고, 평면벽 셀 통로(22) 중에 파상벽 셀 통로(21)로 구성되는 영역이 거의 사각 형상으로 배치된 파상벽 벌집형 구조체의 예이다.

이를 예와 마찬가지로, 본 발명은 일정한 패턴으로 파상벽 셀 통로(21)와 평면벽 셀 통로(22)를 배치하는 것으로 한정하지는 않지만, 파상벽 벌집형 구조체로 압력 손실을 더 감소시키면서 통과하는 가스의 불균등한 분포가 일어나기 어렵도록 하기 위해서는 압력 손실이 큰 파상벽 셀 통로(21)의 셀 통로에 대하여 수직 단면에 있어서의 분포를 불균등하지 않도록 하는 것이 더 바람직하다.

도 13의 (a) 및 (b)는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체의 또 다른 실시예를 나타내고 있고, 도 1의 (a) 및 (b)와 마찬가지로 셀 통로의 통로 방향을 Z축 방향으로 하고, 이것에 수직인 면에 직교 좌표축인 X축 및 Y축을 설정하고 있다. 도 13(a)는 셀 통로에 평행한 단면, 즉 연속된 격벽의 일부분을 나타내는 단면(Y-Z 평면)의 도면이고, 도 13(b)는 도 13(a)의 부분 확대 단면도이다.

도 13의 (a) 및 (b)에 도시된 파상벽 벌집형 구조체(61)에 있어서는 셀 통로 방향으로 형성된 파상 형태의 벽면부에 있어서의 볼록면의 정점부 및 오목면의 최저부를 연결하는 선이, 상기 벽면상에 셀 통로 방향에 대해 수직 방향(Y-Z 평면)으로 Y 방향으로 파상 형태로 형성되어 있다.

비교하면, 도 1의 (a) 및 (b)에 도시된 파상벽 벌집형 구조체(1)에서는 Y-Z 평면 형태의 Y 방향으로 파상 형태의 기록을 나타내면, 볼록면과 오목면이 교대로 나타나고, 볼록면의 정점을 연결하는 선은 도 1(b)에 도시한 바와 같이 직선형이지만, 이에 대하여 도 13의 (a) 및 (b)에 도시된 파상벽 벌집형 구조체(61)에서는 볼록면과 오목면은 각각 연속하고 있고, 그 파상 형태, 바꾸어 말하면 볼록면 정점의 선(6) 및 오목면 최저점의 선(7)은 규칙적으로 사행하고 있다. 산에 비유하면, 도 1의 (a) 및 (b)에 도시된 파상벽 벌집형 구조체(1)에서는 Y-Z 평면상의 Y 방향으로 그 산을 보면, 산의 정상을 연결하는 선은 직선형이지만, 이에 반하여 도 13의 (a) 및 (b)에 도시된 파상벽 벌집형 구조체(61)에서는 산은 산맥이며, 그 능선이 규칙적으로 사행하고 있다.

파상벽 벌집형 구조체(61)와 같이, 셀 통로 방향과는 수직인 방향으로 볼록면의 정점의 선(6) 및 오목면의 최저점의 선(7)이 파상 형태가 되도록 하면, 벌집형 구조체의 단면 방향에 있어서의 곡선성이 높아지고, 강도 및 내열 충격성도 향상될 뿐만 아니라, 셀 통로의 단면적도 도 2에 도시된 파상벽 벌집형 구조체(11)보다 더 넓게 하여 셀 통로 방향에 있어서 연속적으로 크게 변화시켜, 배기 가스 흐름이 난류가 되어, 배기 가스와 격벽 사이의 상호 작용을 더 증가시켜서 정화 성능을 향상시킨다.

파상벽 별집형 구조체(61)에서는 볼록면 정점의 선(6) 상에서 평면벽을 기준으로 했을 때의 볼록부의 높이는 일정하거나 또는 변화할 수 있는데, 예를 들면 도 13(b)에 도시된 볼록면 정점의 선(6) 상의 점 P가 가장 볼출되어 있고, 점 Q는 다소 더 낮은 것이 바람직하다. 산에 비유하면, 볼록면 정점의 선(6)이 능선이고, 점 P가 정상, 점 Q가 안장부이다. 이와 같이 요철에 더 변화를 주게 되면, 배기 가스 흐름의 난류화(亂流化)가 더 한층 진행되어, 배기 가스와 격벽 사이의 상호 작용을 더욱 증가시킨다.

또한, 셀 통로 방향과 수직인 방향으로 형성되는 볼록면 정점의 선(6) 및 오목면 최저점의 선(7)의 규칙적인 사행은 도 13(a)에 나타내는 것과 같은 각 셀 통로마다 볼록면 정점의 선(6) 및 오목면 최저점의 선(7)의 방향이 변하는 패턴, 또는 도 14와 같이 2개의 셀 통로마다 볼록면 정점부의 선(6) 및 오목면 최저점의 선(7)의 방향이 변하는 패턴으로 한정하는 것은 아니다.

전술한 바와 같이, 이러한 파상벽 별집형 구조체에서는 셀 통로 단면 방향에서의 쿠션성은 더 증가하고, 이소스태틱 강도 및 내열 충격성의 향상을 도모하는 것이 가능해지고, 또한 셀 내에서의 유체의 흐름과 셀 격벽 사이의 접촉 효과를 더 한층 증가시키리라 기대할 수 있다. 일례로, 셀 격벽 두께 0.050 mm, 셀 밀도 900 cpsi의 셀 구조에서 별집형 구조체의 외경( $\phi$ ) 100 mm, 길이 150 mm 및 외벽 두께 0.15 mm인 파상벽 별집형 구조체(코디에라이트 별집형 구조체)를 제작하여, 동일 셀 구조의 동일 크기인 통상의 평면벽으로 구성된 별집형 구조체와 이소스태틱 강도를 비교한 결과, 평균적으로 약 10%의 강도가 향상되었고, 내열 충격성도 평균적으로 약 5%가 향상되었다.

셀 격벽 두께 0.010 mm 내지 0.120 mm에 있어서, 셀 밀도 200 cpsi 내지 600 cpsi 범위의 비교적 높은 개구율을 갖는 낮은 셀 밀도의 별집형 구조체에서도 상기와 동일한 효과를 확인하였다. 이것은 이소스태틱 강도 레벨이 낮아지는 낮은 셀 밀도 별집형 구조체의 강도 개선 수단으로서 파상벽 구조가 유효하다는 것을 나타내고 있다. 물론, 900 cpsi를 초과하는 셀 구조, 예를 들면 1200 cpsi에서도 상기 효과는 거의 변하지 않는다.

도 16은 본 발명에 의한 파상벽 별집형 구조체의 또 다른 실시예를 나타내고 있고, 셀 통로 단면의 형태를 보여주고 있다. 파상벽 별집형 구조체(16)의 외주부에서 내부에 걸쳐 고리 형태로 단일 셀 또는 다중 셀이 외벽을 포함한 통상 격벽(즉, 평면벽)으로 구성되어 있고, 그 내부가 파상벽 격벽으로 구성된 셀을 포함하는 거의 원형으로 형성된 영역이며, 링형의 평면벽 격벽 영역인 평면상 후벽부(24)의 격벽 두께가, 내부의 파상벽 격벽을 포함하는 영역인 파상 형태의 박벽부(23)의 격벽 두께보다 적절히 단계적으로 더 두껍게 함으로써, 전체를 파상벽 구조로 하는 것보다도 별집형 구조체의 이소스태틱 강도를 향상시킬 수 있다.

일례를 들면, 파상 형태 박벽부(23)의 격벽 두께 0.035 mm, 외주부에서 14셀의 내측까지가 평면상 후벽부(24)이며, 외주부에서 10셀의 내측까지의 격벽 두께가 0.115 mm, 그 내측 4셀분의 영역의 격벽 두께가 0.075 mm인, 셀 밀도 900 cpsi의 셀 구조로, 별집형 구조체의 외경( $\phi$ ) 110 mm, 길이 150 mm, 외벽 두께 0.15 mm의 도 16에 도시된 파상벽 별집형 구조체(16)(코디에라이트 별집형 구조체)를 제작하여, 동일한 셀 구조의 동일 크기인 전체가 파상벽 격벽 구조를 갖는 파상벽 별집형 구조체와 이소스태틱 강도를 비교한 결과, 평균적으로 약 15%의 강도가 향상되었다.

이어서, 전술한 파상벽 별집형 구조체의 제조 방법에 관해서 설명한다. 본 발명에 의한 파상벽 별집형 구조체의 제조에는 종래의 별집형 구조체의 제조에서 가장 일반적으로 사용하는 압출 성형법을 개량하여 사용할 수 있다. 도 8의 (a) 내지 (c)의 단면도에는 압출 성형에 이용하는 노즐(50)의 개략적인 구성과 구조를 도시한다. 여기서, 도 6(a)는 도 6(c)에서의 AA' 단면을 나타내고, 도 6(b)는 도 6(c)에서의 BB' 단면을 나타내고 있다.

구금(50)은 크게는 관통 구멍(52A 및 52B)이 형성되는 백 플레이트(51)와 내부 구멍(53)이 형성되는 내부 구멍 통로 부재(54), 및 슬릿(55)이 형성되는 슬릿 부재(56)로 구성된다. 여기서, 백 플레이트(51)에 형성되는 관통 구멍(52A 및 52B)의 구멍 직경 및 구멍 길이(백 플레이트 두께)를 바꿈으로써, 성형 원료(이하, 「원료」라 함)의 유동에 대한 저항을 바꿀 수 있고, 이로 인하여 원료의 압출 유량을 조절할 수 있다.

또한, 내부 구멍 통로 부(53)는 원료를 슬릿(55)에 가져가는 통로의 역할을 하고 있고, 일반적으로는 별집형 구조체에 있는 격벽의 교차부와 내부 구멍(53)의 중심이 일치하도록 배치한다. 슬릿 부재(56)는 별집형 구조체의 형상 및 구조를 정하는 것으로서, 슬릿(55)으로부터 압출된 원료가 격벽을 형성한다.

원료는 관통 구멍(52A 및 52B), 내부 구멍(53) 및 슬릿(55)의 순서로 이들 공간을 통과하지만, 어떤 내부 구멍(53)으로부터 나온 원료와 인접한 내부 구멍(53)으로부터 나온 원료는 서로 슬릿(55) 내를 유동하여 양방의 내부 구멍(53) 사이의 슬릿(55) 내에서 합류하고, 밀착하여 별집형 구조체의 격벽을 형성하면서 연속적으로 압출된다.

여기서, 2개의 인접하는 내부 구멍(53)에 착안해서, 한쪽의 내부 구멍(53)으로부터 나오는 원료 유량과 다른 쪽의 내부 구멍(53)으로부터 나오는 원료 유량이 같으면, 별집형 구조체의 격벽은 똑바로 형성되어 통상의 별집형 구조체를 얻을 수 있다. 그러나, 2개의 인접하는 내부 구멍(53) 사이의 원료 유량에 상대적인 차이가 있으면, 슬릿(55) 내의 원료 흐름의 밸런스가 깨져서, 어떤 부위에서는 원료가 많이 나오려고 하기 때문에 격벽이 구부러지게 된다.

압출 성형시에, 이 격벽을 구부리는 힘이 가전력(加電力)이 되어, 셀 통로 방향으로 격벽이 진동하여 파도처럼 기록이 일고, 또한 셀 통로 단면 방향에서는 하나의 격벽이 구부러지면, 그 반동에 의해 인접하는 격벽을 반대 방향으로 구부리기 때문에, 셀 통로 단면 방향에서 한 줄로 늘어선 일련의 격벽을 보면 파도처럼 기록이 생기게 되는 것이라고 생각된다.

본 발명에서는 이러한 원료 유량의 차이를 둬으로써, 별집형 구조체의 격벽을 파상 형태로 형성한다. 구체적으로는, 백 플레이트에 형성된 관통 구멍의 지름을 외주부에서 중심부를 향해 연속적으로 변화시키거나, 또는 백 플레이트를 외주부에서 중심부를 향해 두께가 얇아지는 오목형 또는 그 반대로 한다. 따라서, 외주에서 내부를 향해서 원료 유동 저항을 연속적으로 변화시켜, 인접하는 관통 구멍의 유동 저항



에 차이를 만드는 것이 가능해져서, 먼저 도 1 및 도 2에 도시한 것과 같은 모든 격벽이 파상 형태로 형성된 파상벽 벌집형 구조체(1 및 11)를 얻을 수 있다.

또한, 도 6의 (a) 내지 (c)에 도시된 바와 같이 관통 구멍(52A)을 격자형으로 배치하고, 또한 사각형을 형성하는 4개의 관통 구멍(52A)의 중심에 관통 구멍(52B)이 위치하도록 관통 구멍(52B)을 격자형으로 배치하여, 관통 구멍(52A)과 관통 구멍(52B)의 직경을 달리 한 백 플레이트(51)를 이용하면, 큰 지름의 관통 구멍(52A) 사이를 연결하는 위치에 형성된 격벽은 파상 형태로 형성되고, 작은 직경의 관통 구멍(52B) 사이를 연결하는 위치에 형성된 격벽은 똑바른 형상으로 형성된다. 이렇게 해서, 먼저 도 3 및 도 4에 도시한 파상 형태의 격벽과 평면상의 격벽을 존재시킨 파상벽 벌집형 구조체(31 및 41)를 얻을 수 있다.

그런데, 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 제조함에 있어서 사용되는 재료로는 코디에라이트, 알루미늄, 올라이트, 리튬 알루미늄 실리케이트, 티탄알루미늄, 지르코니아, 질소화규소, 질소화알루미늄, 탄화규소 등과 같은 각종 세라믹스 재료, 또는 스테인레스강과 같은 여러 가지 내열성 금속 재료, 알루미늄 합금, 및 칼슘탄, 실리카겔 및 제올라이트 등과 같은 흡착 재료를 예로 들 수 있다. 세라믹 재료에 대해서는 1종류가 사용될 수도 있고, 또는 이들의 복합물을 사용할 수 있다.

이들 재료 외에도, 압출 성형할 수 있는 재료라면 성형 구멍의 구성에 의해 파상벽 벌집형 구조체를 얻을 수 있기 때문에, 상기한 재료에 이종의 재료 입자 또는 섬유를 분산 복합화시킨 재료 또는 수지와 같은 고분자 재료, 또는 압출 성형후에 격벽 표면에 피복되는 것이라도 동일한 효과를 기대할 수 있다. 또한, 금속박을 주를 형성으로 감아서 벌집형 구조체를 형성하는 경우, 금속박에 파상 형상을 미리 형성시킴으로써, 마찬가지로 파상벽 벌집형 구조체를 얻을 수 있다.

또한, 사용하는 재료의 다공성은 45~80%인 것이 바람직하다. 격벽을 파상벽으로 하면 통상의 평면벽 격벽 구조보다 단위 용적당의 격벽 용적이 증가하기 때문에, 벌집형 구조체의 열 용량이 증가된다. 따라서, 촉매 담체로서 파악하여 촉매의 난기성(曝氣性)을 고려하면 불리하지만, 벌집형 구조체의 재료 다공성을 증가시킴으로써 벌집형 구조체의 열 용량의 증가를 억제할 수 있다. 자동차 배기 가스 정화용 촉매 담체로서 일반적으로는 재료 다공성이 25% 내지 35%인 코디에라이트질 벌집형 구조체를 사용하고 있지만, 본 발명의 파상벽 벌집형 구조체에서는 이 재료의 다공성을 45% 이상 내지 80% 이하로 하는 것이 적절하다.

재료의 다공성을 45% 이상으로 함으로써 격벽의 열 용량을 감소시킬 뿐만 아니라, 격벽 표면에 개구된 세공에 의해 격벽 표면의 요철이 더 심해지게 되어, 배기 가스와의 접촉 효과를 더 한층 향상시키는 동시에, 격벽에 통기성이 부여되므로 격벽 내부의 미세 공극도 활용되기 시작한다. 통기성 때문에, 미립자 상태의 물질은 필터로서도 이용할 수 있다. 다공성이 80%를 초과하면 재료 강도가 극단적으로 저하되고, 격벽의 공극률이 지나치게 커져서 배기 가스와의 접촉 효율이 실제적으로 저하된다.

도 17의 (a) 및 (b)는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 미립자 제거용 필터로서 적용하는 경우의 실시예를 도시한 도면으로, 여기에 도시된 것과 같은 미립자 제거용 필터의 일례로는, 격벽 두께 0.3 mm, 셀 밀도 300 cpsi, 외경(φ) 144 mm, 길이 152 mm, 다공성 65%인 파상벽 벌집형 구조체(17)(코디에라이트질 벌집형 구조체)를 제작하고, 동일한 코디에라이트 재료로 벌집형 구조체의 양쪽 단부의 셀 통로(2)를 그대로 밀봉(8)함으로써 배기 가스가 다공질의 셀 격벽(3)을 통과하도록 한 미립자 제거용 필터를 제작하여 디젤 엔진 배기관의 도관을 따라 설치하여 필터의 미립자상 물질 포집 효율을 측정 한 테스트 결과, 통상의 평면벽 격벽 구조에 의한 필터보다도 파상벽 격벽 구조가 포집 효율이 평균 약 10% 향상되었다. 또한, 탄화규소를 재료로서 사용한 경우에는, 내열 충격성이 통상의 평면벽 격벽 구조체의 경우보다도 평균적으로 약 20% 향상되는 결과도 보여준다.

본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 미립자 제거용 필터로서 적용하는 경우에는 격벽 두께를 0.20 mm 내지 1.20 mm 정도로 하고, 셀 밀도를 50 cpsi 내지 600 cpsi 정도로 하는 것이 바람직하다. 이 정도의 두께로는 파상벽 격벽을 여과층으로서 사용하더라도, 견딜 수 있을 정도로 충분한 강도가 확보된다. 격벽 두께가 0.20 mm보다 더 얇으면, 격벽에서의 입자 포착 성능이 크게 저하된다. 또한, 1.20 mm보다 더 두꺼우면 격벽에서의 통기 저항이 급격하게 증가하기 때문에 바람직하지 못하다. 셀 밀도가 50 cpsi 이하이면 격벽 표면적이 너무 작고, 압력 손실 정도가 너무 커지게 된다. 셀 밀도가 600 cpsi를 초과하면, 셀 개구 면적은 너무 작아져서 미립자 상태의 물질 또는 금속 스케일 등에 의해 셀이 쉽게 막히게 되어 바람직하지 못하다.

또한, 파상벽 벌집형 구조체를 미립자 제거용 필터로서 적용하는 경우에는 파상벽 벌집형 구조체를 쉽게 교환 가능한 카트리지로 타입으로서 설계해 두면, 유지 보수 작업이 간단하게 되기 때문에 바람직하다. 미립자 상태의 물질 외에도, 엔진측으로부터의 산화 스케일 조각 등의 금속 이물질 또는 미립자 상태의 물질이 처리된 후에 남은 재 성분 등에 의해 파상벽 벌집형 구조체 필터를 막히게 하여, 압력 손실이 증가한다. 이를 성분은 촉매로 처리하기가 곤란하기 때문에, 압력 손실이 허용 수준에 도달했을 즈음에 벌집형 구조체를 교환하는 카트리지로 타입으로 함으로써 시스템을 장기간 동안에 걸쳐 사용하는 것이 가능해진다.

본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체는 촉매 담체로서도 적합하게 이용된다. 파상벽 구조로 인하여, 격벽 표면에 담지된 촉매 성분과 배기 가스 사이의 접촉 반응이 촉진되고, 이 촉매 반응 촉진의 결과로 촉매 반응열이 발생하여, 배기 가스 온도가 초기에 상승하여 촉매를 활성화시키는데 유리하며, 특히 엔진의 클드 시동 직후의 가열이 개선되기 때문에, HC, NOx 및 CO 배출량이 통상의 벌집형 구조체보다 감소되는 것이 가능해진다. 또한, HC, NOx 및 CO의 기체 성분뿐만 아니라, 디젤 엔진으로부터 배출되는 미립자 물질 성분인 탄소를 핵으로 하는 고형 성분, 및 연료 및 오일의 미연소 성분인 SOF분의 미립자 상태의 물질이, 통상의 평면벽과 비교되는 파상벽 구조에 의해 더 쉽게 포착되는 동시에, 온도가 더 상승하여 활성화된 촉매의 작용에 의해 더 효율적으로 미립자 상태의 물질을 정화시키는 것이 가능해진다. 통상의 평면벽 벌집형 구조체에서는 미립자 상태의 물질은 격벽 표면에 포착되기 어렵고, 셀 통로 내에서는 가스 흐름이 거의 층류 상태이기 때문에, 입자 지름이 특히 작은 미립자 상태의 물질일수록 셀 통로를 그대로 통과하기 쉽다. 본 발명과 같이 격벽을 파상벽 격벽 구조로 함으로써, 입자 지름이 특히 작은 미립자 상태

의 물질이 그대로 통과되지 않고 격벽 표면에서 포착되는 것이 가능해진다.

미립자 상태의 물질을 배기 가스 중에서 제거하기 위해서는 벌집형 구조체의 셀 격벽을 충분한 통기성을 갖게 하는 다공질로 하여, 구조체 양쪽 말단부의 셀 통로 출입구를 지그재그형으로 교대 밀봉함으로써 필터 구조체로 하고, 배기 가스를 강제적으로 셀 격벽에 통과시켜 격벽에서 미립자 상태의 물질을 물리적으로 포착하는 경우가 많다. 이러한 필터 구조에 의한 방법에서는 격벽 표면 및 격벽 내부의 세공 내에 미립자 상태의 물질을 축적하기 때문에, 필터 구조체의 압력 손실이 급격하게 증가한다. 이 경우, 정기적으로 축적된 미립자 상태의 물질을 필터 상류에 장착한 히터에 의한 배기 가스 가열에 의해 연소 및 제거함으로써 필터를 재생하여 압력 손실을 회복시키고 있다. 또는, 필터의 격벽에 촉매 성분을 담지하여, 그 작용에 의해 미립자 상태의 물질을 처리하여 필터를 재생하거나, 또는 필터의 상류에 산화 촉매를 설치하여, 그 촉매 작용에 의해 필터에 축적된 미립자 상태의 물질을 처리하여 필터를 재생하고 있다. 그러나, 이들 방법에서는 재생할 때까지 압력 손실의 급증을 피하기 어렵고, 또한 재생 후에는 재 성분은 격벽에 계속해서 축적되어 나가기 때문에, 장기적으로는 셀을 막히게 하여 압력 손실 상승을 초래한다.

본 발명에서는 전술한 것과 같은 도 17의 (a) 및 (b)에 도시되는 파상벽 벌집형 구조체(17)(미립자 제거 필터)에 대하여, 파상벽 벌집형 구조체에 촉매를 담지하여, 미립자 상태의 물질에 대한 포착성과 촉매와의 접촉 반응성을 높임으로써 밀봉(8)을 제공한 필터 구조로 한 경우의 미립자 상태의 물질의 포집 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 밀봉 구조를 갖지 않는 경우라도, 촉매 담지함으로써 미립자 상태의 물질 포집 성능을 통상의 평면벽보다 더 향상시켜, 촉매와의 접촉 반응 활성화에 의한 온도 상승도 일어나기 때문에, 미립자 상태의 물질을 처리하는 것이 가능하다. 이러한 효과는 셀 밀도를 증가시켜 격벽 표면적을 증가시키고, 또한 격벽 두께를 감소시켜 열 용량을 감소시킴으로써 한층 더 향상될 수 있다. 셀 밀도를 증가시키면, 촉매와 배기 가스 사이의 접촉 면적을 높일 수 있고, 셀 통로의 수력 직경이 감소하기 때문에, 미립자 상태의 물질이 셀 통로를 관통하기 어렵게 되어, 격벽에서의 포착성이 향상된다.

이러한 촉매 담체로서 사용되는 파상벽 벌집형 구조체에 있어서는 격벽 두께를 0.010 mm 내지 0.120 mm 정도로 하는 것이 바람직하다. 이로 인하여, 파상화된 격벽에 의한 가스 통과시의 압력 손실의 증가를 억제할 수 있어서, 촉매를 담지하는 경우에 문제가 되는 고열 용량화를 억제할 수 있다. 격벽 두께를 0.1 mm 이하로 하면, 압력 손실 및 열 용량을 더욱 감소시킬 수 있어서 바람직하다. 그러나, 격벽의 두께가 너무 얇으면, 격벽 자체의 강도가 부족하게 되기 때문에, 격벽 두께는 0.010 mm 이상으로 하는 것이 좋다. 또한, 격벽이 금속 재료인 경우에는 너무 얇으면 고온 환경하에서 내산화성 또는 내부식성이 현저하게 저하되기 때문에 바람직하지 못하다.

또한, 셀 밀도는 200 cpsi 내지 3000 cpsi 정도로 하는 것이 바람직하다. 격벽 두께를 얇게 하는 것과 동시에, 촉매를 담지하는 경우에 문제가 되는 고열 용량화를 억제할 수 있고, 또한 벌집형 구조체에 필요한 강도를 확보할 수 있다. 또한, GSA(기하학적 표면적)를 충분히 크게 잡을 수 있어 가스와 격벽 사이의 접촉 효율이 향상된다. 셀 밀도가 200 cpsi 이하이면, 격벽 표면적이 너무 작아져서 촉매 성능을 향상시키기에는 불충분하다. 통상의 평면 격벽을 갖는 벌집형 구조체를 이용하더라도 셀 밀도를 증가시킬수록 촉매 정화 효율은 향상되지만, 약 1000 cpsi 근처에서 촉매 정화 효율은 한계점에 도달하게 된다. 한편, 파상벽 벌집형 구조체를 이용하면, 1000 cpsi 근처를 넘더라도 촉매 정화 효율은 한계점이 되지 않았다. 그러나, 셀 밀도가 3000 cpsi 근처를 넘으면, 촉매 정화 효율은 거의 향상되지 않았다.

도 24는 평면벽 벌집형 구조체의 셀 밀도와 셀 내의 수력 직경 사이의 상관 관계선(34) 및 셀 밀도와 기하학적 표면적(GSA) 사이의 상관 관계선(33)의 일례를 나타낸다. 이 도면으로부터 알 수 있듯이, 셀 밀도가 증가함에 따라 수력 직경은 감소하지만, 1000 cpsi 근처부터 감소 정도가 적어지고, 3000 cpsi 근처부터 더욱 적어진다. 수력 직경이 작아짐으로써 셀 내에서 배기 가스 중의 분자와 격벽 표면 사이의 공간 거리가 줄어들어 가스 분자와 격벽 표면 사이의 접촉 확률이 증가하기 때문에, 1000 cpsi 내지 3000 cpsi 근처까지는 가스 분자와 격벽 표면 사이의 접촉 확률이 증가함으로써 촉매 정화 효율이 개선되는 것으로 추정된다.

한편, 셀 밀도 증가에 따라 셀 격벽의 기하학적 표면적(GSA)(Geometric Surface Area)은 증가하지만, 1000 cpsi 근처에서부터 증가 정도가 작아지고, 3000 cpsi 근처부터 더욱 작아진다. GSA가 증가함에 따라 가스 분자와 격벽 표면 사이의 접촉 면적이 증가하기 때문에, 1000 cpsi 근처까지는 수력 직경의 감소와 GSA 증가의 공동 상승 효과에 의해 촉매 정화 효율이 향상된다고 추정된다. 그러나, 1000 cpsi 근처를 넘으면, 수력 직경의 감소와 GSA의 증가 모두의 정도가 감소되기 때문에, 통상의 격벽 벌집형 구조체에서는 촉매 정화 효율 향상이 한계점에 도달했다고 생각된다. 또한, GSA의 증가에 따른 촉매 성분의 분산 효과가 지나쳐서, 촉매 성분이 희박하게 되는 하나의 이유로 생각된다. 파상벽 벌집형 구조체를 이용함으로써 셀 통로 내에서 가스 흐름의 변화를 주고, 또한 셀의 수력 직경이 변화함으로써 가스 분자와 격벽 표면 사이의 접촉 효과가 크게 개선되기 때문에, 1000 cpsi 근처를 넘어 3000 cpsi 근처까지도 촉매 정화 성능 향상이 한계에 도달하지 않는 것으로 생각된다. 3000 cpsi 근처를 넘으면 상기와 GSA 증가에 의한 역효과에 의해 한계에 도달했다고 추정하지만, 촉매 담지량을 증가시킴으로써 어느 정도의 개선을 기대할 수 있다.

도 18의 (a) 및 (b)는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 배기 가스 정화용 촉매 컨버터로서 이용하는 경우의 배치 형태의 일례를 도시한 개략도이다. 이미 도 5에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체는 자동차 배기 가스 정화용 촉매 담체로서 적합하게 이용할 수 있다. 도 18(a)는 전단의 배기 상류측에 파상벽 벌집형 구조체(18)를, 그리고 후단의 배기 하류측에 평면벽 벌집형 구조체(28)를 직렬로 연결하여 하나의 컨버터 내에 수납하는 배기 가스 정화용 촉매 컨버터 시스템(97)이다. 이 경우, 전단의 파상벽 벌집형 구조체(18)는 소위 촉매의 라이트-오프(light-off) 기능을 갖고 있고, 엔진에 시동을 건 후 초기에 촉매를 활성화시켜서 배기 가스 온도를 상승시켜, 엔진의 시동을 건 직후의 후단의 촉매를 초기에 활성화시켜 배기 가스 중의 유해 성분을 정화시킨다. 전단은 촉매의 정화를 목적으로 하므로, 벌집형 구조체(18)는 비교적 소용량 쪽이 바람직하고, 벌집형 구조체(18)의 길이를 짧게 할 수 있어, 압력 손실을 감소시키도록 한다.

도 18(b)에 도시된 바와 같이, 하나의 컨버터 내에 수납하는 것이 아니라, 전단과 후단이 따로 분리된 컨버터로서, 분리하여 설치 탑재하는 것도 가능하다. 이와 같은 배기 가스 정화용 촉매 컨버터 시스템(9)

8)에서는 자동차의 배기계의 설계에 있어서 자유도가 증가하기 때문에 바람직하다. 파상벽 벌집형 구조체(18)는 내열 충격성도 우수하기 때문에, 배기 상류에 있는 엔진 근처에 설치되는 경우에 적합하다.

도 19(a)에 도시된 바와 같이, 복수개의 파상벽 벌집형 구조체(19)와 평면벽 벌집형 구조체(29)를 교대로 직렬 배치함으로써, 촉매 정화 성능을 한층 더 높은 배기 가스 정화용 촉매 컨버터 시스템(91)으로도 할 수 있다.

또한, 도 19(b)에 도시된 바와 같이 하류측에 파상벽 벌집형 구조체(19)를 이용하는 배기 가스 정화용 촉매 컨버터 시스템(93)으로 하는 경우도 있다. 이 경우, 엔진의 콜드 시동 직후의 촉매 활성화 향상보다 콜드 시동후의 촉매 정화 성능을 더 크게 향상시키고 싶은 경우, 또는 파상벽 벌집형 구조체(19)에서 미립자 상태의 물질을 포착하여 처리하고 싶은 경우에 적합하다.

도 20의 (a) 및 (b)는 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 배기 가스 정화용 촉매 컨버터로서 이용하는 경우의 배치 형태의 또 다른 일례를 도시한 개략도이다.

도 20(a)에 도시한 바와 같이, 전단 또는 상류측에 촉매 담체로서 작용하는 파상벽 벌집형 구조체(20)를 배치하고, 후단 또는 하류측에 파상벽 벌집형 구조체의 미립자 제거용 필터(30)를 배치한 배기 가스 정화용 촉매 컨버터 시스템(90)도 제안된다. 후단 또는 하류측에 설치한 필터는 파상벽이 아닌 통상의 벌집형 구조체를 이용하더라도 상관없다. 물론, 도 20(a)와 같이 벌집형 구조체를 개별적으로 금속 케이스(89)에 각각 수납하지 않더라도, 도 20(b)와 같이 촉매 담체와 필터를 하나의 금속 케이스(89)에 저장하여 설계하는 것도 가능하다.

또한, 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체는 이러한 각종 내연 기관 배기 가스의 정화 촉매용 담체, 특히 자동차 배기 가스 정화 촉매용 담체로서 적합하게 이용되는 것 외에, 벌집형 구조체를 대전시켜 미립자를 전기적으로 흡착시키는 배기 가스 정화 시스템, 벌집형 구조체를 이용하여 비열 평형 플라스마(non-thermal plasma) 또는 마이크로파 방전 플라스마에 의해 배기 가스를 정화하는 시스템, 각종 탈취용 촉매 담체, 또는 연료 전지의 개질 촉매용 담체와 같은 각종 화학 반응 기기용 담체 등으로도 적합하게 이용할 수 있다.

도 21은 부유형 미립자 물질 또는 다이옥신 제거 등과 같은 고정 발생원으로부터의 배기 가스 정화에 이용되고 있는 고압 코로나 방전에 의한 정전식 포진 방식의 배기 가스 정화 시스템(86)을 도시한다. 이 시스템에 있어서, 파상벽 벌집형 구조체(40)를 이용하면, 콜로이드와 파상벽의 상승 효과에 의해 파상벽에서 미립자 상태의 물질의 포착성을 증가시킬 수 있다. 이 예에서는 내부를 도려내어 구멍을 낸 도넛형의 파상벽 벌집형 구조체(40)를 이용하고, 이 속에 침상 형태의 방전 마이너스 전극(38)을 삽입되는 전극으로 하고 있다. 또한, 파상벽 벌집형 구조체(40)의 셀 내로 방전 전극을 삽입할 수 있다. 금속체로 벌집형 구조체를 형성함으로써 벌집형 구조체 자체를 접지 전극(38)으로 할 수도 있다.

또한, 도 22에 도시된 바와 같이, 파상벽 벌집형 구조체(40)에 고압 전원(37)으로부터 펄스 형태로 고전압을 부하시킴으로써 배기 가스 통로 내를 전리(電離)하여 플라스마를 생성하고, 배기 가스 중에 생성되는 활성종(라디칼)에 의한 산화 반응을 일으키는 비열 평형 플라스마, 또는 마이크로파 방전 등과 같은 플라스마에 의한 방법을 이용한 배기 가스 정화 시스템(87)에 의해 배기 가스 정화 효과를 더욱 높일 수 있다. 또한, 파상벽 벌집형 구조체(40)에 촉매를 담지해 두면 촉매의 보조 효과에 의해 한층 더 효과적이다. 톨마린(tourmaline; 전기적) 성분을 이용하여 라디칼 반응을 촉진시키는 것도 유효하다.

연료 전지 시스템의 성분에서도 파상벽 벌집형 구조체를 이용할 수 있다. 연료 전지 시스템의 일례로는 자동차용 또는 비교적 소규모의 폐열 발전 시스템과 조합될 수 있는 분산형 발전 시스템 또는 휴대용 전원으로서 사용되는 고분자 연료 전지(PFC) 시스템 등을 들 수 있다.

도 23은 고체 고분자 연료 전지 시스템의 일례이다. 연료 전지 시스템에서는 연료 전지의 개질 장치(67)에 도입되는 메탄올, 천연 가스, 개질용 가솔린과 같은 연료(58)로부터, 초기 단계에서 수소(72)를 꺼내어, 연료 전지 적층 구조체(65)로 보내, 연료 전지 적층 구조체(65)에서 효율적으로 수소(72)와 산소를 반응시켜 전기를 추출하는 것이, 개질 장치(63)의 효율, 및 연료 전지 시스템 전체의 가동 효율을 높이는 데에 있어서 필요하다. 개질 장치(63) 내의 촉매 온도를 초기에 상승시키는 것이 중요하고, 이것은 배기 가스 정화용 촉매와 동일한 작용이며, 파상벽 벌집형 구조체를 이용하는 것이 개질 장치(63)의 효율을 높이는 데에 있어서 유효함과 동시에, 개질 장치(63)의 컴팩트화가 가능해진다. 종래에 개질 장치(63)에는 펄스 타입의 촉매가 사용되었지만, 벌집형 구조체를 이용함으로써 저압력 손실, 고표면적, 저열용량인 개질 촉매를 구성하는 것이 가능하며, 파상벽 벌집형 구조체의 이용으로 한층 더 효율화가 가능하다. 또한, 마찬가지로 연료 전지 적층 구조체(65)에서도 일반적으로 탄소질의 분리자와 고체 고분자의 전해질막을 적용한 구조로 되어 있고, 파상벽 벌집형 구조체를 이용함으로써 고효율화와 그에 따른 컴팩트화가 가능해진다. 수소 분리막 필터로서의 이용도 생각할 수 있다. 본 실시예에서는, 개질 장치(63)의 구조는 탈황 장치(62)를 통과한 연료(58)와 수증기가 파상벽 벌집형 구조체를 이용한 촉매 내를 통과하도록 되어 있다. 중대규모의 분산형 발전 및 대규모 발전에 사용되는 고형 산화를 연료 전지(SOFC)에서도 마찬가지이다.

최근의 배기 가스 규제 강화에 따라, 자동차 주행 중에 배출되는 성분뿐만 아니라, 자동차에 탑재되어 있는 연료 탱크, 또는 연료 공급 시설의 연료 탱크로부터 누출되는 연료의 휘발 성분의 누출 억제가 요구되고 있다. 도 26은 파상벽 벌집형 구조체를 연료 탱크용 증발화 시스템에 이용하는 경우의 일례를 도시한 것이다. 자동차용의 연료 탱크(57)로부터의 연료의 휘발 성분(59)의 누출 억제에는 일반적으로 활성탄과 같은 흡착제를 캐니스터에 이용하고 있지만, 이러한 연료의 휘발 성분(59)의 누출을 효과적으로 억제하는 증발화 시스템에도 파상벽 벌집형 구조체(25) 또는 파상벽 벌집형 구조체(25)를 갖는 필터를 이용할 수 있다.

벌집형 구조체는 샌드위치 패널로서 쿠션성을 겸비한 경량 구조 부재로서도 실용화되고 있어, 골판지 및 건재에 이용되고 있고, 이 구조체를 비행기 날개에 알루미늄 합금재로 사용하고 있지만, 도 27에 도시한 바와 같은 샌드위치 패널의 파상벽 벌집형 구조체(26)를 형성시킴으로써 쿠션성을 증가시킬 수 있다.

## 실시예

본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체의 특성에 관해서 증래의 벌집형 구조체와 비교하면서 설명할 것이다.

원료로서, 탈크, 카올린 및 알루미늄을 주원료로 하는 코디에라이트에 물과 바인더를 조합하여 반죽한 것으로, 전술한 두께를 변화시킨 오목 형상을 갖는 백 플레이트와 관통 구멍의 구멍 직경을 다르게 한 백 플레이트를 이용하여, 도 1의 (a) 및 (b)에 도시된 전체 격벽이 파상 형태로 형성된 파상벽 벌집형 구조체(1)(실시예 1)와, 도 3에 도시된 파상 형태의 격벽과 평면상의 격벽을 존재시킨 파상벽 벌집형 구조체(31)(실시예 2)를 성형하고, 건조한 후에 소정 길이로 절단하여 소성함으로써 본 발명품을 얻었다.

또한, 비교용으로, 격벽에 파상 형태의 변형이 없는 셀 통로의 단면 형상이 정방형인 통상의 벌집형 구조체(비교예 1)를, 실시예 1 및 2와 동일한 재료를 사용하여 제작하였다. 제작한 실시예 1, 실시예 2 및 비교예 1은 격벽 두께 0.09 mm, 셀 밀도 400 cpsi(62개/cm<sup>2</sup>), 벌집형 구조체의 외경 100 mm, 벌집형 구조체의 길이 150 mm, 외벽의 두께 0.25 mm이며, 파상벽에 있어서의 변형량은 진폭으로 0.2 mm(격벽 두께의 약 2배)이고, 셀 통로 방향에 있어서의 파상 형태의 거리(1 파장)는 약 1.3 mm이었다. 또한, 재료의 다공성은 약 35%이었으며, 40°C 내지 800°C에서의 셀 통로 방향의 평균 열 팽창 계수는 약  $0.4 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$  이었다.

또한, 비교예 2로서 동일한 격벽 두께로 셀 밀도가 900 cpsi(140개/cm<sup>2</sup>)인 셀 수를 2배 이상으로 늘린 격벽에 변형이 없는 통상의 벌집형 구조체도 제작하였다.

### 정화 성능 테스트

얻어진 벌집형 구조체에  $\gamma$ -알루미나 성분을 워시 코팅하고, 이 코팅층에 백금, 로듐 및 팔라듐의 귀금속 성분을 담지함으로써 촉매체를 제작하고, 세라믹 섬유 매트를 이용하여 상기 촉매체를 금속 용기 내에 포장함으로써 촉매 컨버터를 제작하였다. 촉매(귀금속 성분)의 담지량은 벌집형 구조체의 단위 응적당의 담지 질량이 같아지도록 하고, 각 벌집형 구조체는 동일한 크기이므로, 담지량도 동일하게 하였다.

4기통 2.3 리터의 가솔린 엔진을 탑재한 1998년 모델의 차량의 바닥 아래 위치(엔진으로부터 1100 mm의 거리)에 제작한 촉매 컨버터를 탑재하여, 미국의 대표적인 배기 가스 규제 모드 FTP-75에 의한 정화 성능 테스트를 실시하였다. 또한, 촉매 컨버터는 이 모드 테스트 전에 다른 엔진으로 850°C × 50시간의 에이징 처리를 실시하였다.

테스트 결과를 도 7에 도시한다. 도 7에 있어서는, 비교예 1의 배출량을 기준으로 하고 그 밖의 시료의 결과를 표준화하여 나타내고 있다. 비교예 1의 동일한 400 셀의 통상의 제품과 비교하여, 실시예 1에서는 탄화수소(HC), 일산화탄소(CO) 및 질소산화물(NOx)의 배출량이 현저히 감소되는 것을 확인하였다. 또한, 다른 비교예 2의 900셀 제품과 비교하더라도, 우수한 정화 성능을 보이는 것을 확인하였다.

그런데, 전술한 바와 같이 파상 형태로 형성한 파상벽 벌집형 구조체(실시예 1)를 격벽으로 이용한 경우에는 동일한 셀 밀도의 통상 제품(비교예 1) 또는 높은 셀 밀도 제품(비교예 2)에 비해 우수한 정화 성능을 보이지만, 압력 손실은 고(高)셀 밀도의 제품보다 더 높기 때문에 엔진 출력 및 연비 측면에서 불리한 점을 갖는다. 따라서, 전체 격벽을 파상 형태로 형성하는 것이 아니라, 실시예 2의 파상벽 벌집형 구조체와 같이 부분적으로 격벽을 파상 형태로 성형함으로써 압력 손실을 고셀 밀도 제품과 거의 동등하게 할 수 있다.

실시예 2의 파상벽 벌집형 구조체를 이용한 컨버터에 관해, 전술한 정화 성능 테스트를 실시한 결과, 도 7에 도시된 바와 같이 실시예 1과 비교하면 HC와 같은 각 방출물의 배출량은 증가하였지만, 비교예 1보다 정화 성능은 더 양호하고, 또한 비교예 2와 비교하더라도, 특히 CO와 NOx 정화 성능에 대해서는 더 우수하다는 것이 확인되었다.

### 미소스태틱 파괴 강도 테스트

미소스태틱 파괴 강도 테스트는 원통형 고무 용기에 벌집형 구조체를 넣어 알루미늄 판으로 된 뚜껑을 덮고, 수중에서 등방 가압 압축을 수행하는 테스트이며, 컨버터 캔체에 벌집형 구조체가 외주면 파지되는 경우의 압축 부가 가중을 모의한 테스트이다. 미소스태틱 강도는 벌집형 구조체가 파괴했을 때의 가압치로 표시되고, 사단법인 자동차기술회 발행의 자동차 규격(JASO 규격) M505-87로 규정되어 있다. 자동차 배기 가스 정화용 촉매 컨버터는 통상적으로 벌집형 구조체의 외주면 파지에 의한 캐닝(canning) 구조를 채용하고 있고, 당연한 일이지만 캐닝의 관점에서 미소스태틱 파괴 강도가 높을수록 더 바람직하다.

실시예 1, 실시예 2 및 비교예 1을 이용하여, 벌집형 구조체의 전체 측면에 수압으로 압축력을 부하하는 미소스태틱 강도 테스트를 실시한 결과를, 비교예 1의 측정치를 기준으로 하고 그 밖의 시료의 결과를 표준화하여 도 8에 나타냈다. 실시예 1의 파상벽 벌집형 구조체는 비교예 1에 비해서 높은 미소스태틱 파괴 강도를 보여 주었다. 이것은 비교예 1과 같은 통상의 벌집형 구조체 제품의 경우에는, 제조 조건에 기인한 격벽의 변형이나 셀 격자의 변형 부분이 벌집형 구조체 내에 존재하면, 그 부위를 파괴 기점으로 하여 비교적 낮은 강도로도 파괴되는 것으로 추정된다. 한편, 격벽이 파상 형태로 형성된 실시예 1의 경우에는 파상벽에 의한 압축력의 흡수가 벌집형 구조체 전체에서 일어나기 때문에, 파괴 강도가 증가되는 것으로 추정된다. 이러한 원인에 기초하여, 실시예 2는 실시예 1과 비교예 1의 중간적인 특성을 보여 주었다.

### 압축 강도 테스트

JASO 규격 M505-87에 따르면, 정방형 셀 형상에 관해서 A축, B축, C축의 각 축에 대해서 압축 강도가 측정되는 것으로 규정되어 있다. 측정 시료를 꺼내는 방법도 도 9에 도시되어 있다. A축 파괴 강도는 원주 형상의 길이 방향이 셀 통로 방향(A축)으로 되는, 길이  $\phi 25.4$  mm 및 직경 25.4 mm인 원주형 시료(A축 시료(82))를 벌집형 구조체(81)로부터 꺼내고, 이 A축 시료를 셀 통로 방향으로 압축했을 때의 파괴 하중

을 압축면의 면적으로 나눈으로써 그 값을 얻는다. 마찬가지로, B축 파괴 강도에서는 A축에 수직이고 격벽에 따르는 B축 방향에서 시료(B축 시료(82))를 꺼내어 측정하고, 그리고 C축 파괴 강도에서도 A축에 수직이고 B축 방향으로부터 셀 통로 단면 내에 있어서 45도 회전시킨 C축 방향으로부터 시료(C축 시료(83))를 꺼내어 측정을 한다.

비교예 1의 측정치를 기준으로 하고 그 밖의 시료의 결과를 표준화한 압축 강도 테스트의 결과를 도 10에 나타낸다. 실시예 1 및 실시예 2의 결과에 나타난 바와 같이, 격벽을 파상 형태로 한 경우의 압축 강도는 A축 방향에서는 감소하지만, B축 방향에서는 증가하는 경향이다. 따라서, 이 B축의 압축 강도의 향상은 이소스테틱 파괴 강도의 향상에 기여하고 있는 것으로 생각된다.

또한, 실시예 1 및 실시예 2에서는 셀 통로 방향인 A축 방향에서 격벽을 파상 형태로 하고 있음에도 불구하고, A축 압축 강도가 B축 압축 강도와 동일하게 향상되고 있지 않은 것은 격벽의 교차부가 A축 방향에서 보면 파상 형태로 변형되지 않기 때문에 A축 방향에서는 격벽의 교차부에서 압축력의 흡수가 이루어질 수 없음에 기인하는 것으로 고찰된다.

그러나, 동일한 현상이 균일 강도에서도 나타났다. 그러나, 일반적으로 최근의 통상적인 촉매 컨버터의 경우에는 벌집형 구조체의 캐닝 파지 방법은 세라믹 섬유 매트 또는 철망 매트에 의한 벌집형 구조체의 측면에서의 파지가 통상적이기 때문에, A축 방향의 강도 저하는 캐닝시 큰 문제가 되지 않는다.

#### 내열 충격성 테스트

내열 충격성 테스트의 테스트 방법은 JASO 규격 M505-87로 규정되어 있다. 우선, 실온+소정 온도로 유지한 전기로에 실온의 벌집형 구조체를 넣고 20분간 유지한 후, 내화 벽을 위에 상기 벌집형 구조체를 꺼내 둔다. 외관을 관찰하고 금속 막대로 벌집형 구조체의 외주부를 가볍게 두드려서, 금이 관찰되지 않고, 타음(打音)이 금속음으로 둔한 소리가 나지 않으면 합격품이다. 계속해서, 전기로 내부 온도를 50℃씩 순차적인 단계로 올릴 때마다 같은 검사를 불합격품이 될 때까지 반복한다. 이렇게 해서, 예를 들면 실온 + 950℃에서 불합격이 된 경우에는 내열 충격성은 900℃ 차로 되게 된다. 또한, 배기 가스 온도는 해마다 상승하는 경향에 있고, 촉매체의 탑재 위치가 엔진 가까이로 접근해 오므로, 벌집형 구조체에 요구되는 내열 충격성은 한층 더 엄격해지는 것을 유념한다.

비교예 1의 측정치를 기준으로 하고 그 밖의 시료의 결과를 표준화한 상기 내열 충격성 테스트의 결과를 도 11에 도시한다. 실시예 1에서는 비교예 1에 비하여 내열 충격성이 향상되었음이 확인되었다. 또한, 실시예 2는 실시예 1과 비교예 1 사이의 중간적인 내열 충격성을 보여 주었다. 따라서, 격벽을 파상 형태로 형성함으로써 열 응력 왜곡이 전체적으로 흡수되기 쉽게 되어, 내열 충격성이 향상되는 것으로 추정된다.

#### 흡수율 측정

흡수율 테스트 방법은 우선, 측정 시료인 벌집형 구조체의 건조 질량( $M_1$ )을 측정한 다음에, 시료의 셀 방향을 연직(鉛直)으로 해서 수중에 넣어 두고, 1분간 침지한 후에 시료를 수중에서 꺼내, 가볍게 흔들어서 탈수한다. 재차 다시, 시료의 셀 방향을 연직으로 해서 수중에 넣어 두고, 1분간 침지한 후 시료를 수중에서 꺼낸다. 시료의 셀 방향을 연직으로 하여 컨베이어에 두고, 컨베이어의 진행 방향에 대해 직각으로 왕복 운동을 하는 에어 노즐 아래를 통과시켜, 에어에 의해 잉여수를 제거한 후에 시료의 흡수 질량( $M_2$ )을 측정한다. 흡수율( $W_{ab}$ )은  $W_{ab} = (M_2 - M_1) / M_1 \times 100(\text{wt}\%)$ 으로 계산된다.

비교예 1을 기준으로 하여 표준화한, 상기 테스트 방법에 의해 측정한 각 시료의 흡수 특성을 도 12에 도시한다. 도 12에서 알 수 있듯이, 동일한 셀 말도에서는 격벽을 파상 형태로 형성한 부분이 많아짐에 따라, 즉 격벽 표면적이 증가함에 따라 흡수율이 증가하는 것으로 명백해졌다.

γ 알루미늄을 벌집형 구조체에 워시 코팅함에 있어서, 흡수율은 높은 쪽이 바람직하고, 또한 최근에 촉매 정화 성능 향상을 위해 촉매 담지량도 증가시키는 경향이므로, γ 알루미늄 워시 코팅량도 증가하는 경향에 있다. 이 때, 흡수율이 높은 쪽은 일회 당 코팅량이 증가하기 때문에 유리하다. 따라서, 본 발명에 의한 파상벽 벌집형 구조체는 워시 코팅 담지 성능이 우수하고, 통상의 벌집형 구조체보다 촉매를 담지하는데 있어 더 유리하다고 말할 수가 있다.

본 발명의 파상벽 벌집형 구조체와 그 제조 방법에 관해서, 기계적 특성이 우수하고 제조도 용이한 셀 단면 형상이 정방형인 것을 중심으로 하여 설명하였지만, 본 발명이 다른 셀 단면 형상을 갖는 벌집형 구조체에도 적용할 수 있음은 당연한 것이다. 즉, 셀 단면 형상이 삼각형 또는 육각형인 벌집형 구조체에 있어서, 격벽의 전부 또는 일부를 파상 형태로 형성하는 것도 가능하다.

#### 산연성이용가능성

전술한 바와 같이, 본 발명의 파상벽 벌집형 구조체와 그 제조 방법에 따르면, 배기 가스 정화 성능 및 촉매 성능의 향상, 캐닝에 대한 기계적 강도의 향상, 및 내열 충격성의 향상과 같은 여러 가지 효과를 얻을 수 있고, 이로 인하여 본 발명은 배기 가스 압력이 더 높고 배기 가스 온도가 더 높은 엔진과 같은 연소 기관 가까이에 탑재할 가능성이 향상되는 효과를 현저하게 보인다. 또한, 워시코팅 담지성이 향상됨으로써 촉매체의 제조 공정시에 유리하게 된다. 본 발명의 파상벽 벌집형 구조체는 자동차 배기 가스를 비롯한 각종 내연 기관 배기 가스의 정화 촉매용 담체나 탈취용 촉매 담체, 각종 여과 기기를 필터, 열교환기 유닛, 또는 연료 전지의 개질 촉매용 담체와 같은 화학 반응 기기용 담체로서 적합하게 이용된다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

통로 방향이 서로 평행인 복수개의 셀 통로를 갖는 파상벽 벌집형 구조체로서, 상기 셀 통로를 이격시키는 격벽끼리의 교차부는 상기 셀 통로에 수직인 단면에서 소정 거리를 유지하면서 규칙적인 위치에 형성

되고, 상기 교차부를 제외한 상기 격벽의 벽면부는 셀 통로 방향 및 상기 셀 통로 방향에 수직인 단면 방향의 양방향 모두에서 파상 형태로 형성된 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 셀 통로 각각에서 대향하는 한쌍의 상기 격벽의 벽면부는, 한쪽 벽면부의 요철과 다른 쪽 벽면부의 요철이 볼록면은 볼록면끼리 및 오목면은 오목면끼리 서로 마주보도록 하거나, 또는 볼록면과 오목면이 서로 마주보도록 각각 파상 형태로 형성된 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 파상 형태로 형성된 상기 벽면부와, 평면상으로 형성된 벽면부가 존재하여 형성된 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 셀 통로의 각각에서 상기 각 셀 통로를 형성하는 복수개의 격벽 중 하나 이상이 파상 형태로 형성된 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 하나의 항에 있어서, 파상 형태로 형성된 상기 격벽에서의 파상 형태의 변형을 중심부보다 외주부에서 더 크게 하는 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 하나의 항에 있어서, 파상 형태로 형성된 상기 격벽에서의 파상 형태의 변형 진폭량은 상기 격벽의 두께의 150% 이상인 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 셀 통로 방향으로 형성된 파상 형태의 벽면부의 볼록면의 정정부 또는/및 오목면의 최저부를 연결하는 선이 상기 벽면 상에 있고, 상기 셀 통로 방향에 수직 방향으로 굴곡을 반복하고 있는 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 하나의 항에 있어서, 파상 형태로 형성된 상기 격벽의 상기 벽면부에 의해서 형성된 셀 통로와, 평면상으로 형성된 격벽의 벽면부에 의해서 형성되는 셀 통로가 불연속적으로 나타나 존재하는 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 하나의 항에 있어서,  
단면에서 중심으로부터 대략 원형으로 형성되는 셀 통로 영역 A와, 상기 셀 통로 영역 A의 외측에 대략 고리 형태로 형성되는 셀 통로 영역 B로 이루어지고,

상기 셀 통로 영역 A는 파상 형태로 형성된 상기 격벽의 상기 벽면부에 의해서 형성되는 셀 통로를 포함하고,

상기 셀 통로 영역 B는 평면상으로 형성된 격벽의 벽면부에 의해서 형성되는 셀 통로로 이루어지고,

상기 셀 통로 영역 B 내의 셀 통로의 격벽 두께가 상기 셀 통로 영역 A 내의 셀 통로의 격벽 두께보다 더 두껍고, 또한 내주부에서 외주부에 걸쳐서 단계적으로 두껍게 되거나 또는 영역 B와 영역 A의 경계 부근에서만 단계적으로 두껍게 되는 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 하나의 항에 있어서, 코디에라이트, 알루미나, 몰라이트, 리튬 알루미늄 실리케이트, 티탄산알루미늄, 티타니아, 지르코니아, 질소화규소, 질소화알루미늄 및 탄화규소의 세라믹 재료 중 1종 또는 이들의 복합물, 또는 스테인레스강, 알루미늄 합금, 또는 팔성탄, 실리카겔 또는 제올라이트의 흡착 재료 중의 1종을 재료로 하는 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 사용하는 상기 재료의 다공성은 45% 내지 80%인 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 12

제11항에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 이용한 미립자 제거용 필터로서, 상기 파상벽 벌집형 구조체의 소정 셀 통로의 한쪽 단부를 밀봉하는 동시에, 나머지 셀 통로의 다른 쪽 단부를 밀봉함으로써 셀 통로를 구획하는 격벽을 여러층으로 한 것을 특징으로 하는 미립자 제거용 필터.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 파상벽 벌집형 구조체의 파상벽 표면 거칠기는 골짜기 레벨이 10% 이상인 것을 특징으로 하는 미립자 제거용 필터.

#### 청구항 14

제12항에 있어서, 상기 파상벽 벌집형 구조체의 격벽 두께는 약 0.20 mm 내지 1.20 mm인 것을 특징으로 하는 미립자 제거용 필터.

#### 청구항 15

제12항에 있어서, 상기 파상벽 벌집형 구조체의 셀 밀도는 약 50 cpsi 내지 600 cpsi(셀/평방인치)인 것을 특징으로 하는 미립자 제거용 필터.

#### 청구항 16

제1항 내지 제13항 중 어느 하나의 항에 있어서, 자동차의 배기 가스 정화용 촉매 담체로서 이용되고, 촉매를 벌집형 구조체의 셀 격벽 표면 및/또는 격벽 내부의 미세 공극내에 담지하는 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 17

제16항에 있어서, 상기 격벽 두께는 약 0.01 mm 내지 0.12 mm인 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 18

제16항에 있어서, 상기 셀 밀도는 약 200 cpsi 내지 3000 cpsi(셀/평방인치)인 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체.

#### 청구항 19

제16항에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 이용하는 것을 특징으로 하는 배기 가스 정화용 촉매 컨버터.

#### 청구항 20

제19항에 있어서, 촉매 성분은 삼원 촉매, 산화 촉매, NOx 환원 촉매, 및 황화물, 휘발성 유기물 가스 VOC(Volatile Organic Compounds) 디옥신류 분해 제거 촉매 중의 1종 이상 또는 이들의 복합물인 것을 특징으로 하는 배기 가스 정화용 촉매 컨버터.

#### 청구항 21

제19항에 의한 배기 가스 정화용 촉매 컨버터와, 촉매를 통상의 평면벽 벌집형 구조체에 담지한 촉매 컨버터를 교대로 복수개 직렬로 배치한 것을 특징으로 하는 배기 가스 정화용 촉매 컨버터 시스템.

#### 청구항 22

배기의 상류측에 제19항에 의한 배기 가스 정화용 촉매 컨버터를 배치하고, 배기의 하류측에 제12항에 의한 미립자 제거용 필터 또는 통상의 평면벽 벌집형 구조체로 이루어진 미립자 제거용 필터를 배치하는 것을 특징으로 하는 배기 가스 정화용 촉매 컨버터 시스템.

#### 청구항 23

제22항에 있어서, 상기 미립자 제거용 필터 모두는 쉽게 교환 가능한 카트리지 타입인 것을 특징으로 하는 배기 가스 정화용 촉매 컨버터 시스템.

#### 청구항 24

제16항에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 이용하여 이루어지고, 배기 가스 중의 입자 상태의 물질을 포집하는 배기 가스 정화 시스템으로서, 상기 파상벽 벌집형 구조체를 대전시켜 상기 입자 상태의 물질을 전기적으로 포집하는 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 배기 가스 정화 시스템.

#### 청구항 25

제16항에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 이용하여 이루어지고, 배기 가스 중의 입자 상태의 물질을 포집하는 배기 가스 정화 시스템으로서, 비열 평형 플라즈마 또는 마이크로파 방전 플라즈마를 이용하는 것을 특징으로 하는 배기 가스 정화 시스템.

#### 청구항 26

제16항에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 이용하여 이루어지고, 연료 휘발 성분의 외부 누출을 억제하는 것을 특징으로 하는 연료 탱크용 증발화 시스템.

#### 청구항 27

제24항 또는 제25항에 있어서, 상기 파상벽 벌집형 구조체가, 용이하게 교환 가능한 카트리지 타입인 것을 특징으로 하는 배기 가스 정화 시스템.

#### 청구항 28

제16항에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 이용하는 것을 특징으로 하는 연료 전지 시스템용 성분.

#### 청구항 29

제16항에 의한 파상벽 벌집형 구조체를 이용하는 것을 특징으로 하는 샌드위치 패널.

#### 청구항 30

인접하는 관통 구멍의 원로 유동 저항을 다르게 한 백 플레이트를 압출 성형용 노즐 부재로서 이용하는 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체의 제조 방법.

### 청구항 31

제30항에 있어서, 상기 백 플레이트는 외주부에서 중심부를 향하여 두께가 변화되고 있는 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체의 제조 방법.

### 청구항 32

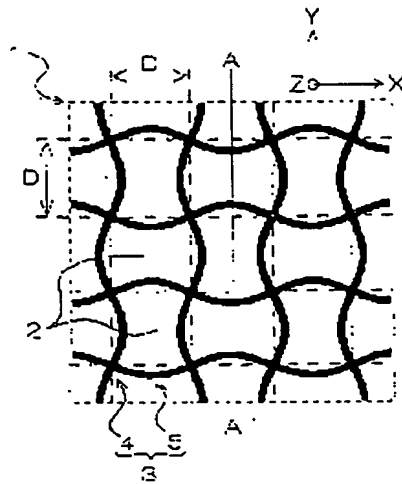
제30항 또는 제31항에 있어서, 상기 백 플레이트는 관통 구멍 A와 관통 구멍 B의 구멍 지름을 다르게 한 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체의 제조 방법.

### 청구항 33

금속박에 파상 형상을 소성 가공에 의해 미리 형성해 두고, 이 금속박을 주름 형상으로 감아서 금속제 벌집형 구조체를 형성하는 것을 특징으로 하는 파상벽 벌집형 구조체의 제조 방법.

도면

도면 1a



도면 1b

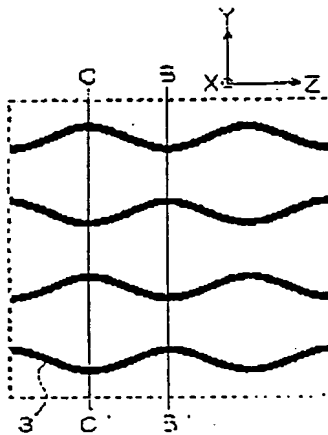




FIG 2

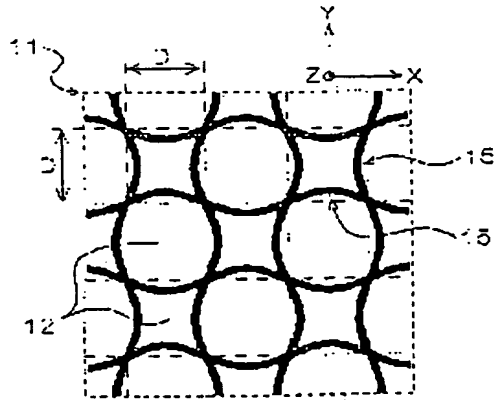


FIG 3

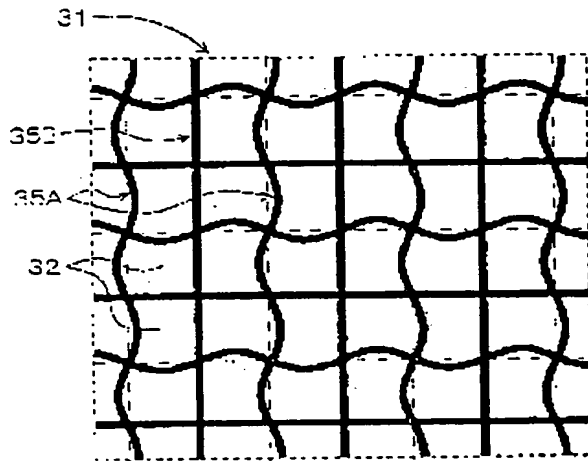
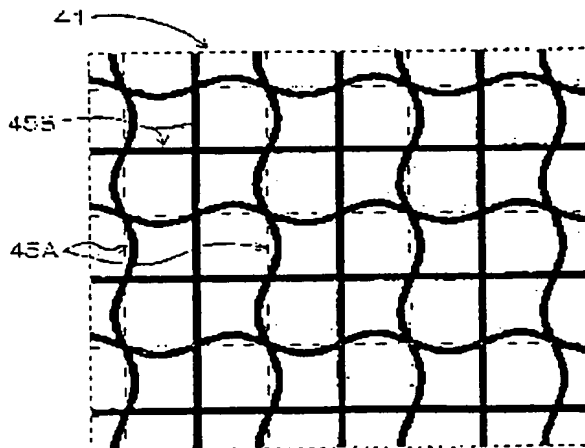
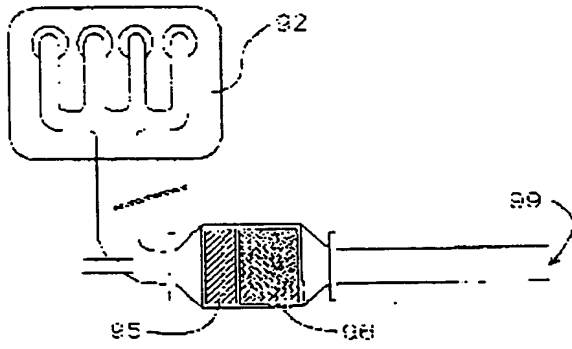


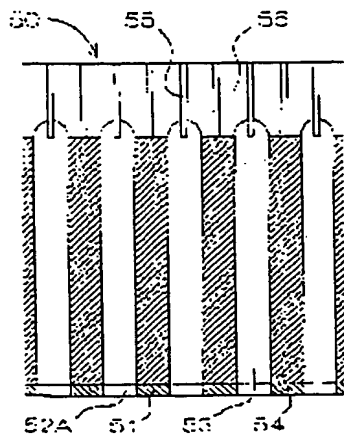
FIG 4



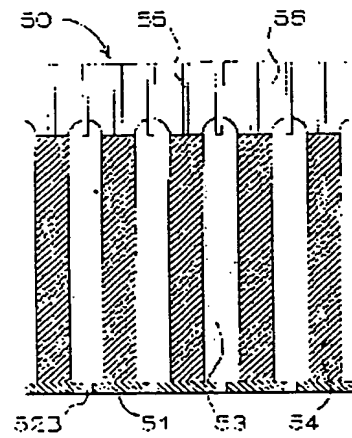
도 15



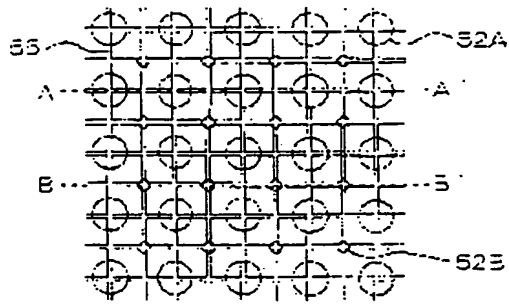
도 16a



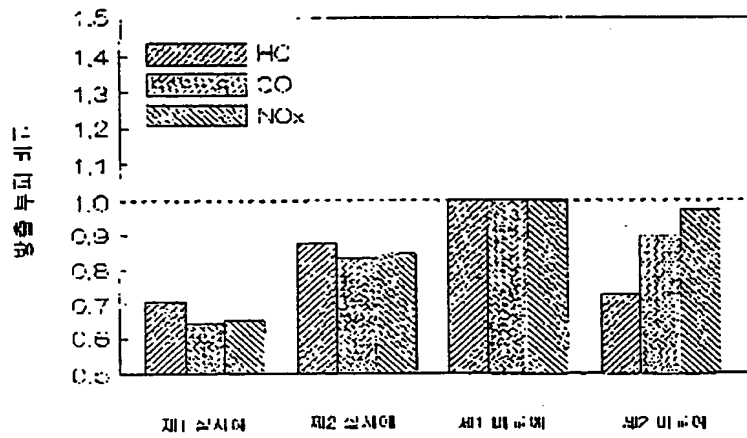
도 16b



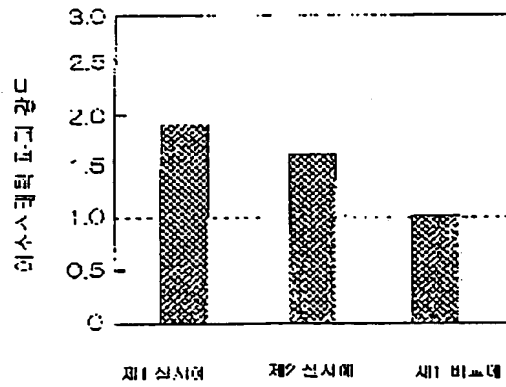
도면6



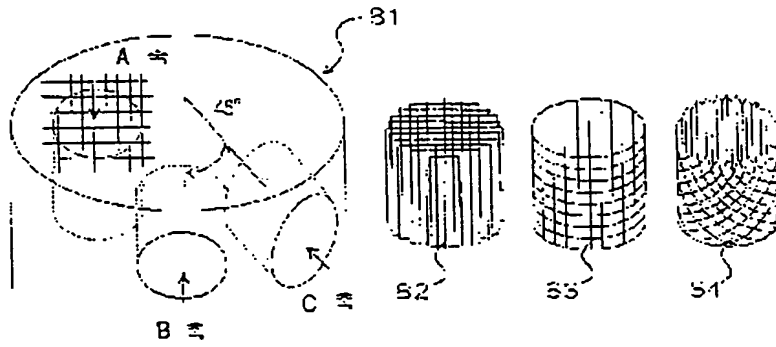
도면7



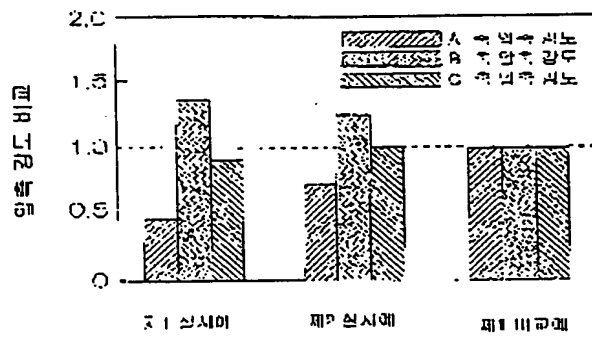
도면8



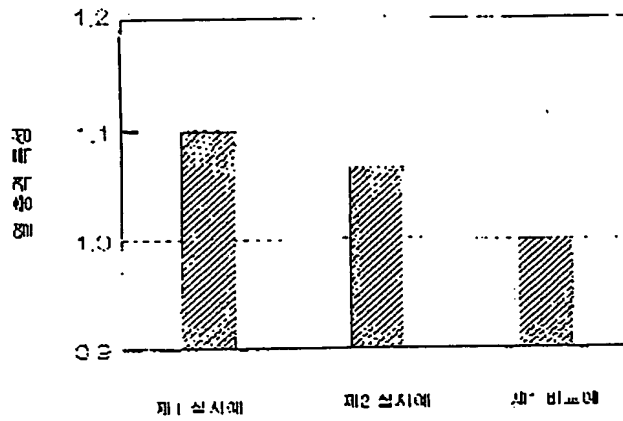
도면9



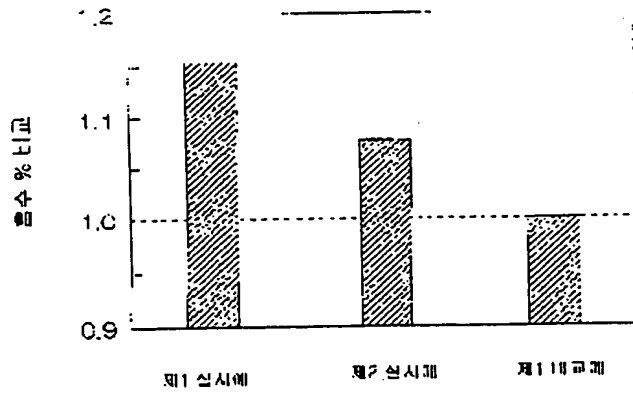
도면10



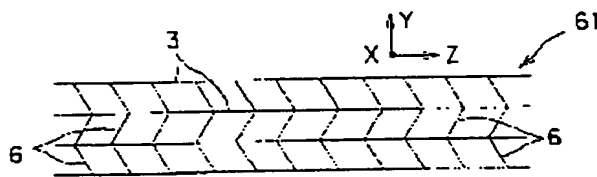
도면11



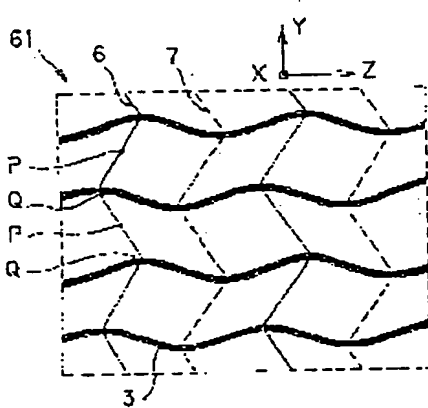
도면 12



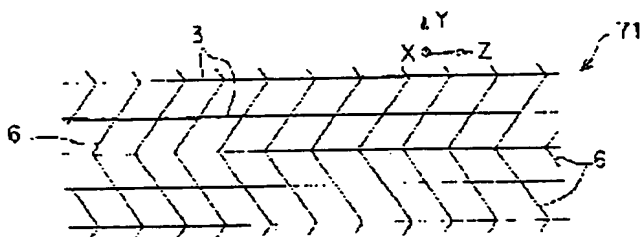
도면 13a



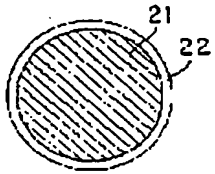
도면 13b



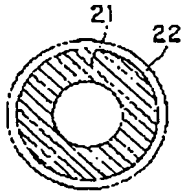
도면 14



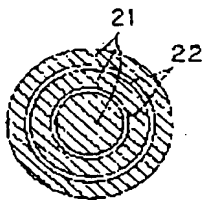
도면 15a



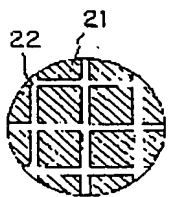
도면 15b



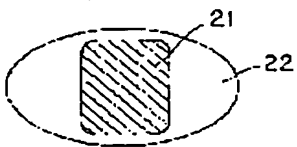
도면 15c



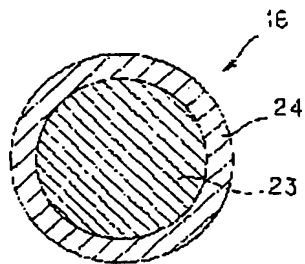
도면 15d



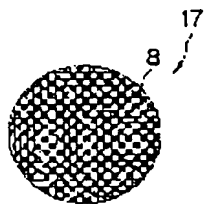
도면 15e



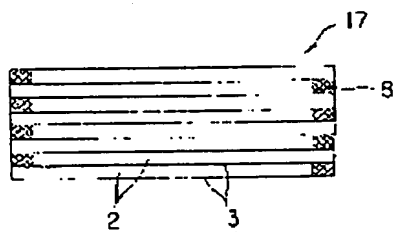
도면 16



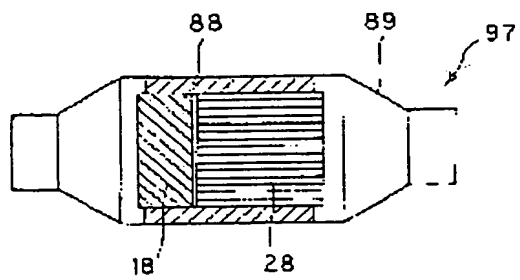
도면 17a



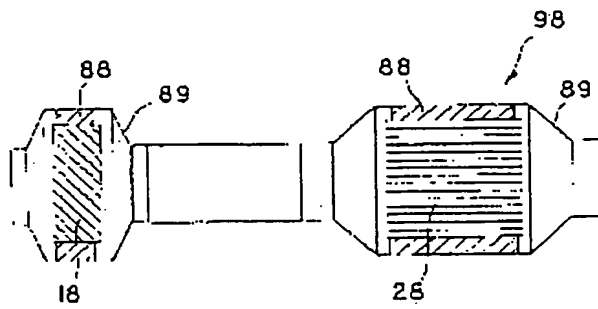
도면 17b



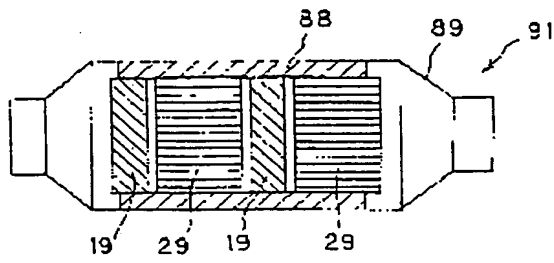
도면 18a



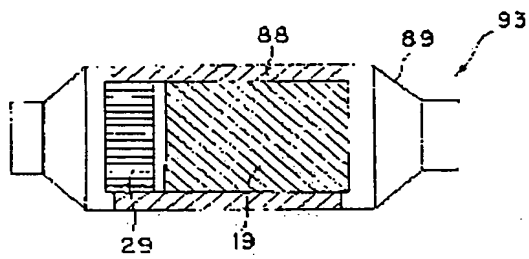
도면 18b



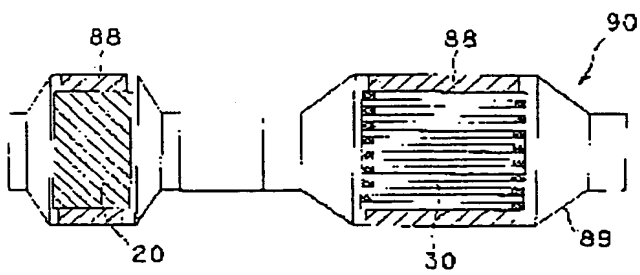
도면 19a



도면 19b

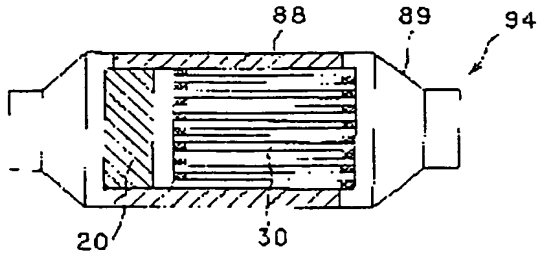


도면 20a

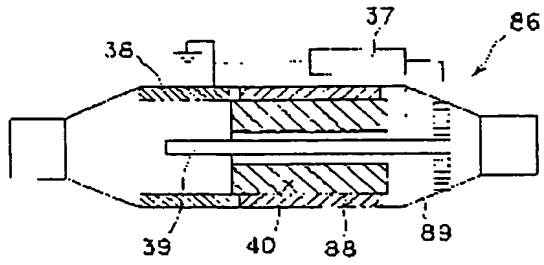




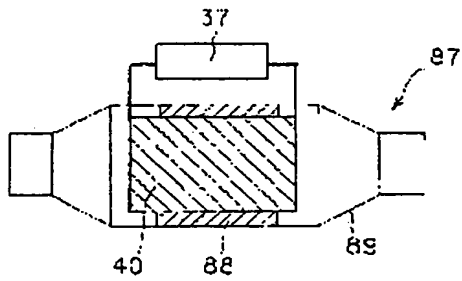
도 20b



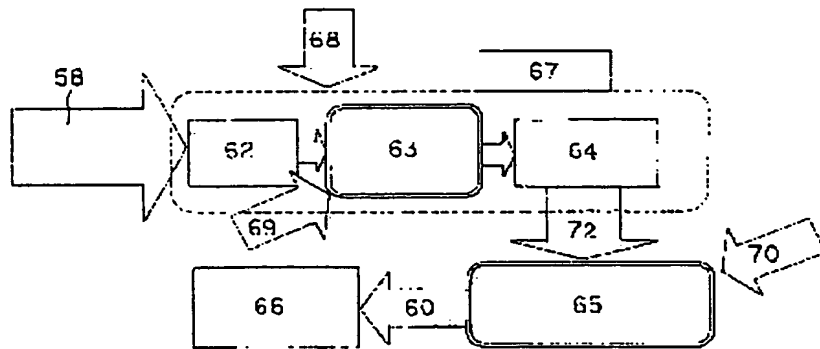
도 21



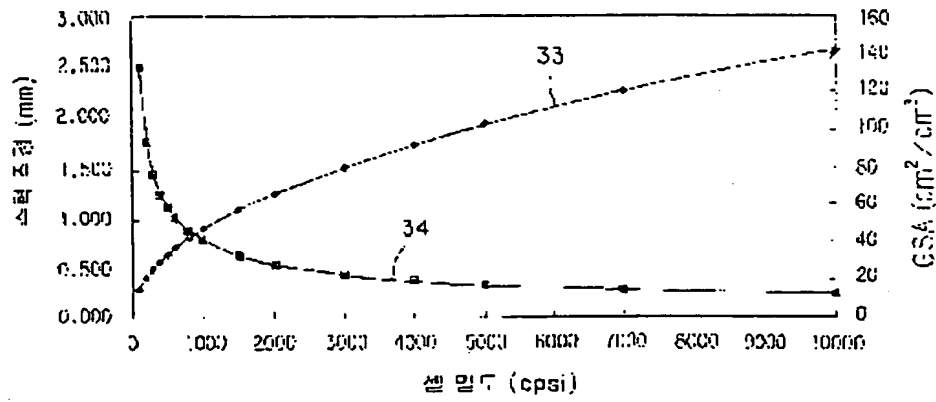
도 22



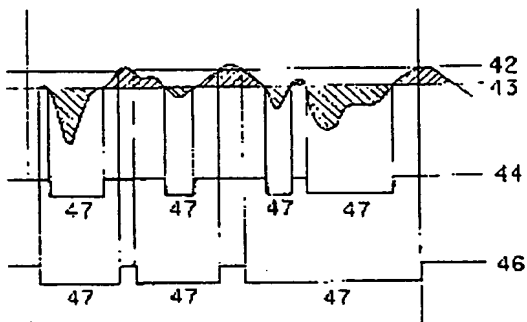
도 23



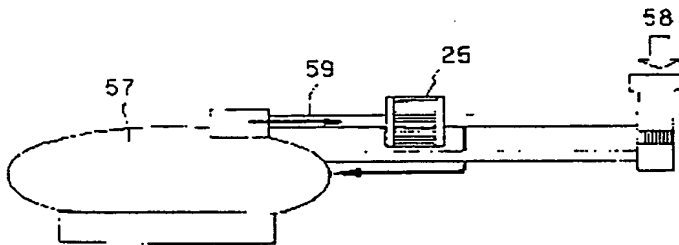
도면24



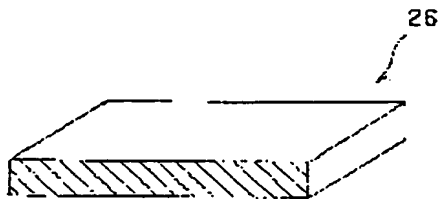
도면25



도면26



도면27



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**